



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**PENGUNAAN GROUND ANCHOR, SOLDIER PILE  
DAN COFFERDAM UNTUK PENGENDALIAN  
BANJIR AIR ROB KOTA SEMARANG**

TRIYOGA PANGESTU  
NRP. 03111645000040

Pembimbing I  
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA  
NIP. 195503291980031002

Pembimbing II  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT.  
NIP. 197701222005012002

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**PENGUNAAN GROUND ANCHOR, SOLDIER PILE  
DAN COFFERDAM UNTUK PENGENDALIAN  
BANJIR AIR ROB KOTA SEMARANG**

TRIYOGA PANGESTU  
NRP. 03111645000040

Pembimbing I  
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA  
NIP. 195503291980031002

Pembimbing II  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT.  
NIP. 197701222005012002

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



FINAL PROJECT – RC14-1501

**THE USE OF THE GROUND ANCHOR, SOLDIER  
PILE COFFERDAM FOR FLOOD CONTROL AND  
WATER ROB SEMARANG**

TRİYOGA PANGESTU  
NRP. 03111645000040

Academic Supervisor I  
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA  
NIP. 195503291980031002

Academic Supervisor II  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT.  
NIP. 197701222005012002

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering, Environment, and Earth  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **PENGUNAAN GROUND ANCHOR, SOLDIER PILE DAN COFFERDAM UNTUK PENGENDALIAN BANJIR AIR ROB KOTA SEMARANG**

## **TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada

Bidang Studi Geoteknik

Program Studi S-1 Lintas Jalur Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**TRIYOGA PANGESTU**

NRP. 03111645000040

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Prof. Dr. Ir. Herman Widyadarmas, ST., MT  
NIP. 195503291980031002 (Pembimbing I)
2. Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
NIP. 197701222005012002 (Pembimbing II)



SURABAYA  
JULI, 2018

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **ABSTRAK**

# **PENGUNAAN GROUND ANCHOR, SOLDIER PILE DAN COFFERDAM UNTUK PENGENDALIAN BANJIR AIR ROB KOTA SEMARANG**

**Nama Mahasiswa : Triyoga Pangestu**  
**NRP : 03111645000040**  
**Departemen : Tekni Sipil FTSLK-ITS**  
**Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi**  
**Dr. Yudhi Lastiasih, ST.,MT**

## **ABSTRAK**

*Pemerintah Kota Semarang sedang membangun tanggul di Kali Tenggang dalam upaya penanganan menanggulangi banjir air rob. Upaya yang dilakukan adalah untuk mengendalikan luapan banjir air rob (pasang) agar mampu menahan luapan air ketika banjir air rob (pasang) datang dan menahan agar tidak terjadinya keruntuhan tanah yang berdampak pada bangunan pemukiman warga setempat yang berada di pinggir Kali Tenggang. Saat ini pihak Dinas PU (Pekerjaan Umum) Kota Semarang, kurang puas dengan hasil perencanaan yang sudah ada pada kondisi eksisting Kali Tenggang. Oleh karena itu, diperlukan review design eksisting agar mengetahui hasil yang sesuai dengan kondisi eksisting yang aman.*

*Pada penulisan Tugas Akhir ini dinding penahan tanah akan dihitung kembali agar mengetahui angka keamanan dalam kondisi eksisting. Sementara itu kondisi lapangan agak sulit dalam pelaksanaan, dan keterbatasan biaya. Maka perhitungan ulang kondisi eksisting dan penggunaan alternatif Ground Anchor, Soldier Pile dan Cofferdam untuk perkuatan dinding penahan tanah akan dilakukan agar mendapatkan hasil perkuatan yang aman, ekonomis, dan efisien.*

*Dari hasil perhitungan analisis yang telah dilakukan didapatkan kedalaman kondisi antara pemukiman-kali tenggang sedalam 7,4 meter dan kedalaman kondisi antara tambak-kali tenggang sedalam 5,6 meter. Hasil perencanaan pertama struktur*

*dinding penahan tanah menggunakan Sheet Pile Beton dengan capping beam 90x70 cm serta balok penahan 70x50 cm menghabiskan dana Rp. 68.143.897.307, perencanaan kedua struktur dinding penahan menggunakan kombinasi Sheet Pile Beton dengan Ground Anchor sepanjang 1 meter menghabiskan dana Rp. 77.905.021.907, perencanaan ketiga struktur dinding penahan menggunakan soldier pile diameter 1 m dengan jumlah tulangan yang dibutuhkan 28 D19 menghabiskan dana Rp. 54.619.166.966, dan perencanaan keempat struktur dinding penahan tanah menggunakan kombinasi Sheet Pile Beton dengan Cofferdam (Sheet Pile Baja) menghabiskan dana Rp. 99.515.328.317*

***Kata kunci : Banjir air rob, Ground Anchor, Soldier Pile dan Cofferdam***

# **ABSTRACT**

# **THE USE OF THE GROUND ANCHOR, SOLDIER PILE COFFERDAM FOR FLOOD CONTROL AND WATER ROB SEMARANG**

**Student Name** : Triyoga Pangestu  
**NRP** : 03111645000040  
**Majors** : Teknik Sipil FTSLK-ITS  
**Consellor Lecturer** : Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST.,MT

## **ABSTRACT**

*Semarang City Government was building the embankment at the Time Lag in its efforts to cope with the flood of water handling rob. Efforts are being made is to control a water flood overflow rob (pairs) to hold the overflow of water when water floods rob (pairs) come and arrest so as not to impact the occurrence of soil collapse on the local residential buildings located on the edge of Time Lag. Currently Department of PU (public works) the city of Semarang, was less satisfied with the results of planning already on the existing condition of the Time Lag. Therefore, the existing design review is required in order to find out the results that correspond to existing conditions.*

*On the writing of Thesis of this soil retaining walls will be counted again in order to know the existing condition of security in numbers. Meanwhile the condition of the pitch was a bit difficult in implementation, and cost constraints. Then restart the existing condition calculation and use of alternative Ground Anchor, Soldier Pile Cofferdam for the retaining walls and the retaining wall will be carried out in order to get the retaining a safe, economical, and disappear.*

*From the results of the calculation of the analysis that has been done by mobilising the depth conditions between the settlement lag-times as deep as 7.4 meters and a depth of conditions between the embankment-grace period time as deep as 5.6 meters. The results of the first planning the structure of the retaining walls of*



*soils using Sheet Pile concrete capping beam 90x70 cm and 70x50 cm in retaining beam spent the funds of Rp. 68,143,897,307, planning a second structure retaining walls using a combination of Sheet Pile Concrete with Ground Anchor along the 1 meter spend the funds of Rp. 77,905,021,907, planning the third structure retaining walls using soldier pile diameter 1 m with the amount of reinforcement required 28 D19 spend the funds of Rp. 54,619,166,966, and Fourth planning structure of the retaining walls of soils using a combination of Sheet Pile Cofferdam concrete (Steel Sheet Pile) spend the funds of Rp. 99,515,328,317*

***Keywords: Flood water rob, Ground Anchors, Soldier Pile and Cofferdam***

# **KATA PENGANTAR**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “*Penggunaan Ground Anchor, Soldier Pile Dan Cofferdam Untuk Pengendalian Banjir Air Rob Kota Semarang*”.

Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ayahanda H. Budijanto, Ibunda Hj. Sriyati, Teteh Swaratika Mutiara, SE dan Aa Yandi Purbangsa, ST selaku keluarga dari penulis yang telah memberikan doa, kasih sayang dan dukungan baik moril maupun materil.
2. Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi dan Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT. dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc. PhD, Prof. Ir. Noor Endah, MSc. PhD, Dr. Ir. Ria Asih Aryani Soemitro. M.Eng , Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT, Musta'in Arif, ST., MT, Trihanyndio Rendy Satrya, ST., MT, Ir. Suwarno, M.Eng dan seluruh dosen geoteknik Jurusan Teknik Sipil ITS yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dan membukakan wawasan pengetahuan tentang bidang geoteknik.
4. Teman-teman seperjuangan Lintas Jalur S-1 angkatan 2016, dan semua rekan mahasiswa Teknik Sipil ITS lainnya.
5. Teman-teman alumni DIII Teknik Sipil Universitas Diponegoro yang berada disurabaya selalu memberikan masukan, saran, dan kritik yang membangun untuk penulis. Kalian terbaik, selalu mengajarkan arti dari keluarga. Terimakasih untuk pasukan kuda.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mengharapkan, semoga Tugas Akhir ini dapat memenuhi harapan dan bermanfaat bagi kita semua, khususnya mahasiswa Teknik Sipil

Surabaya, Juli 2018

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Triyoga', with a stylized, flowing script.

Triyoga Pangestu

## **DAFTAR ISI**

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	7
1.3    Tujuan.....	7
1.4    Lingkup Pekerjaan.....	7
1.5    Batasan Masalah.....	8
1.6    Manfaat.....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	9
2.1    Karakteristik Tanah Lempung .....	9
2.2    Korelasi SPT.....	10
2.3    Tekanan Tanah Lateral .....	14
2.3.1    Tekanan Lateral Aktif.....	15
2.3.2    Tekanan Lateral Pasif .....	16
2.3.3    Tekanan Tanah Akibat Gaya <i>Surcharge</i> di Permukaan .....	18
2.4    Perkuatan Dengan Turap .....	21

2.4.1	Tipe Dari Dinding Turap .....	21
2.4.2	Tipe Dinding Turap .....	23
2.4.3	Turap Kantilever dalam Tanah Kohesif .....	25
2.5	Perencanaan Perkuatan dengan <i>Ground Anchor</i> .....	28
2.5.1	Komponen <i>Ground Anchor</i> .....	29
2.5.2	Tipe-tipe <i>Ground Anchor</i> .....	31
2.5.3	Metode <i>Ground Anchor</i> .....	32
2.5.4	Perencanaan <i>Ground Anchor</i> .....	35
2.6	Perencanaan Perkuatan dengan <i>Soldier Pile</i> .....	37
2.6.1	<i>Soldier Pile</i> pada Tanah Berbutir Kasar .....	39
2.7	Dinding Penahan Tanah Tipe Turap .....	40
2.8	<i>Cofferdam</i> .....	40
2.8.1	Metode TVA Berongga .....	42
2.8.2	Metode Cummings .....	49
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>		<b>53</b>
3.1	Diagram Alir Penyelesaian Proposal Tugas Akhir .....	53
3.2	Metodologi Pengerjaan Proposal Tugas Akhir .....	54
<b>BAB IV ANALISA DATA TANAH DAN EKSISTING .....</b>		<b>57</b>
4.1	Analisa Data Tanah .....	57
4.1.1	Lokasi Data Tanah .....	58
4.1.2	Penyelidikan Lapisan Tanah .....	60
4.2	Analisa Kondisi Eksisting Single Sheet Pile .....	61
4.2.1	Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah .....	62
4.2.2	Perhitungan Tekanan Vertikal Tanah .....	63

4.2.3	Perhitungan Tekanan Horizontal Tanah .....	65
4.2.4	Perhitungan Tekanan Horizontal Akibat Air .....	67
4.2.5	Diagram Tekanan .....	69
4.2.6	Hasil Diagram Tekanan .....	70
4.2.7	Perhitungan Gaya dan Momen Terhadap Turap..	71
4.2.8	Perhitungan Momen dan Kedalaman Turap .....	73
4.2.9	Perhitungan Momen Maksimum .....	74
4.2.10	Mencari SF Akibat Momen Maksimum .....	75
4.2.11	Hasil Analisa Software Plaxis .....	76
4.2.12	Menghitung Capping Beam .....	77
4.2.13	Hasil Rekapitulasi .....	79
4.3	Analisa Kondisi Eksisting Double Sheet Pile .....	79
4.3.1	Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah .....	80
4.3.2	Perhitungan Tekanan Vertikal Tanah .....	81
4.3.3	Perhitungan Tekanan Horizontal Tanah .....	83
4.3.4	Perhitungan Tekanan Horizontal Akibat Air .....	85
4.3.5	Diagram Tekanan .....	87
4.3.6	Hasil Diagram Tekanan .....	88
4.3.7	Perhitungan Gaya dan Momen Terhadap Turap..	89
4.3.8	Perhitungan Kedalaman Turap .....	91
4.3.9	Perhitungan Momen Maksimum .....	92
4.3.10	Mencari SF Akibat Momen Maksimum .....	92
4.3.11	Menghitung Tulangan Capping Beam .....	93
4.3.12	Menghitung Tulangan Balok Beton Penahan .....	95



<b>BAB V ANALISA METODE ALTERNATIF .....</b>	<b>99</b>
5.1 Perencanaan Ground Anchor.....	99
5.1.1 Hasil Analisa Software Plaxis .....	104
5.1.2 Hasil Rekapitulasi.....	105
5.2 Perencanaan Soldier Pile Posisi Single .....	105
5.2.1 Perhitungan Gaya Geser .....	107
5.2.2 Perhitungan Tulangan Geser .....	108
5.2.3 Perencanaan Tulangan Sengkang .....	108
5.2.4 Cek Penampang Profil.....	109
5.2.5 Hasil Analisa Software Plaxis .....	109
5.2.6 Menghitung Tulangan Capping Beam.....	110
5.3 Perencanaan Soldier Pile Posisi Double.....	113
5.3.1 Perhitungan Gaya Geser .....	115
5.3.2 Perhitungan Tulangan Geser .....	116
5.3.3 Perencanaan Tulangan Sengkang .....	116
5.3.4 Cek Penampang Profil.....	117
5.3.5 Menghitung Tulangan Capping Beam.....	117
5.3.6 Menghitung Tulangan Balok Penahan .....	119
5.4 Perencanaan Cofferdam Berbentuk Diafragma.....	122
5.4.1 Stabilitas Geser.....	122
5.4.2 Mencari lebar untuk stabilitas .....	123
5.4.3 Cek geser .....	124
5.4.4 Cek Tegangan.....	125
5.4.5 Menghitung Jumlah Kebutuhan Pile .....	125

5.4.6	Cek Kapasitas Dukung Tanah .....	127
5.4.7	Hasil Rekapitulasi.....	128
<b>BAB VI PERHITUNGAN RAB METODE PEKERJAAN ..</b>		<b>129</b>
6.1	Perencanaan Biaya Sheet Pile (Single dan Double) ..	129
6.2	Perencanaan Biaya Sheet Pile Dan Ground Anchor ..	129
6.3	Perencanaan Biaya Soldier Pile (Single dan Double)	129
6.4	Perencanaan Biaya Sheet Pile (Single) Dan Cofferdam	130
<b>BAB VII KESIMPULAN.....</b>		<b>131</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>133</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **DAFTAR GAMBAR**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Kali Tenggang Diantara Pemukiman.....	2
Gambar 1. 2 Lokasi Kali Tenggang Diantara Tambak dan Pemukiman .....	2
Gambar 1. 3 Lokasi Kali Tenggang.....	4
Gambar 1. 4 Cross Section Single Sheet Pile pada titik 1 pada gambar 1.3.....	5
Gambar 1. 5 Cross Section Double Sheet Pile pada titik 2 pada gambar 1.3.....	5
Gambar 1. 6 Kondisi Eksisting Kali Tenggang .....	6
Gambar 2. 1 Dinding yang berotasi akibat tekanan aktif tanah (Hardiyatmo,1994).....	15
Gambar 2. 2 Tekanan tanah aktif (Hardiyatmo, 1994).....	16
Gambar 2. 3 Diagram tekanan tanah pasif (Design of Sheet Pile Walls).....	17
Gambar 2. 4 Distribusi Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Rankine Untuk Permukaan Tanah Horizontal (Hardiyatmo, 1994) .....	18
Gambar 2. 5 Tekanan tanah akibat gaya merata (Design of Sheet Pile Walls).....	18
Gambar 2. 6 Tekanan tanah akibat beban garis (Design of Sheet Pile Walls).....	19
Gambar 2. 7 Tekanan tanah akibat beban lajur (Design of Sheet Pile Walls).....	20
Gambar 2. 8 Tekanan tanah akibat beban titik (Design of Sheet Pile Walls).....	21
Gambar 2. 9 Turap Beton (Hardiyatmo, 2010) .....	22
Gambar 2. 10 Dinding Turap Kantilever (Hardiyatmo, 2010) ....	23
Gambar 2. 11 Dinding Turap Diangker (Hardiyatmo, 2010) .....	24

Gambar 2. 12 Dinding Turap Dengan Landasan (Hardiyatmo, 2010) .....	25
Gambar 2. 13 Tekanan Arah Awal Pada Turap Kantilever Yang Dipancang Pada Tanah Kohesif (Teng, 1962) .....	26
Gambar 2. 14 Tekanan Tanah Pada Perancangan Turap Dalam Tanah Kohesif Dengan Tanah Urug Granuler (Teng, 1962) .....	28
Gambar 2. 15 Komponen Ground Anchor .....	29
Gambar 2. 16 Tipe-tipe Ground Anchor .....	31
Gambar 2. 17 Metode jangkar dengan tabung tekanan .....	32
Gambar 2. 18 Metode jangkar dengan inti yang dipancang .....	33
Gambar 2. 19 Metode pelat jangkar .....	34
Gambar 2. 20 Metode jangkar dengan membesarkan bagian bawah .....	35
Gambar 2. 21 Gaya yang bekerja pada kepala dan tubuh tiang ..	38
Gambar 2. 22 Tekanan tanah granular soil pada Soldier Pile .....	39
Gambar 2. 23 Diagram Perhitungan Gaya dan Momen .....	40
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Proposal Tugas Akhir....	53
Gambar 4. 1 Lokasi Pengambilan Data Tanah .....	58
Gambar 4. 2 Area Pembangunan Sheet Pile.....	59
Gambar 4. 3 Kondisi Lapisan Tanah.....	61
Gambar 4. 4 Diagram Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif, Serta Tekanan Air Aktif Dan Pasif .....	69
Gambar 4. 5 Diagram Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif, Serta Tekanan Air Aktif Dan Pasif .....	70
Gambar 4. 6 Hasil Output Plaxis .....	76
Gambar 4. 7 Hasil Output Standing Plaxis.....	76
Gambar 4. 8 Kondisi Lapisan Tanah.....	80
Gambar 4. 9 Diagram Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif, Serta Tekanan Air Aktif Dan Pasif .....	87
Gambar 4. 10 Hasil Diagram Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif, Serta Tekanan Air Aktif Dan Pasif .....	88
Gambar 5. 1 Hasil Permodelan.....	99

Gambar 5. 2 Hasil Output.....104

Gambar 5. 3 Hasil Output Standing.....104

Gambar 5. 4 Kondisi Lapisan Tanah .....105

Gambar 5. 5 Diagram Interaksi Soldier Pile.....106

Gambar 5. 6 Diagram Interaksi Soldier Pile.....107

Gambar 5. 7 Hasil Output Plaxis .....109

Gambar 5. 8 Hasil Output Plaxis .....110

Gambar 5. 9 Kondisi Lapisan Tanah .....113

Gambar 5. 10 Diagram Interaksi Soldier Pile.....114

Gambar 5. 11Diagram Interaksi Soldier Pile.....115

Gambar 5. 12 Sketsa Cofferdam.....122

Gambar 5. 13 Sketsa Cofferdam.....123

Gambar 5. 14 Tekanan Tanah.....124

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **DAFTAR TABEL**

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Keadaan jenis tanah dengan kedalaman nilai Nspt .....	3
Tabel 2. 1 Korelasi SPT.....	10
Tabel 2. 2 Representatif Nilai $\gamma_d$ dan $\gamma_{sat}$ .....	11
Tabel 2. 3 Konsistensi Tanah Dominan Lanau dan Lempung .....	11
Tabel 2. 4 Pedoman Memperkirakan Harga $\phi$ Dari Harga Nspt. Untuk Tanah Dominan Pasir .....	12
Tabel 2. 5 Perkiraan Harga $\phi$ Untuk Tanah Kohesif .....	12
Tabel 2. 6 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah .....	13
Tabel 2. 7 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah .....	14
Tabel 2. 8 Nilai Perkiraan Kedalaman Penembusan Turap Berdasarkan Nilai SPT .....	27
Tabel 2. 9 Hubungan $\phi$ dan D menurut Henry .....	39
Tabel 2. 10 Potongan Papan Turap Yang Biasa Dipakai Untuk Cofferdam.....	49
Tabel 4. 1 Hubungan Kedalaman serta Nspt dengan Konsistensi Tanah .....	60
Tabel 4. 2 Hasil Tekanan Vertikal Tanah.....	64
Tabel 4. 3 Hasil Tekanan Horizontal Tanah.....	66
Tabel 4. 4 Hasil Tekanan Horizontal Air .....	68
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Gaya Aktif dan Gaya Pasif .....	72
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Momen Aktif dan Momen Pasif ...	73
Tabel 4. 7 Hasil rekapitulasi SF perhitungan .....	79
Tabel 4. 8 Hasil Tekanan Vertikal Tanah.....	82
Tabel 4. 9 Hasil Tekanan Horizontal Tanah.....	84
Tabel 4. 10 Hasil Tekanan Horizontal Air .....	86
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Gaya Aktif dan Gaya Pasif .....	90
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Momen Aktif dan Momen Pasif .	90
Tabel 5. 1 Hasil Ouput 10 SF kritis .....	100
Tabel 5. 2 Hasil rekapitulasi SF perhitungan .....	105
Tabel 5. 3 Hasil rekapitulasi SF perhitungan .....	128

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

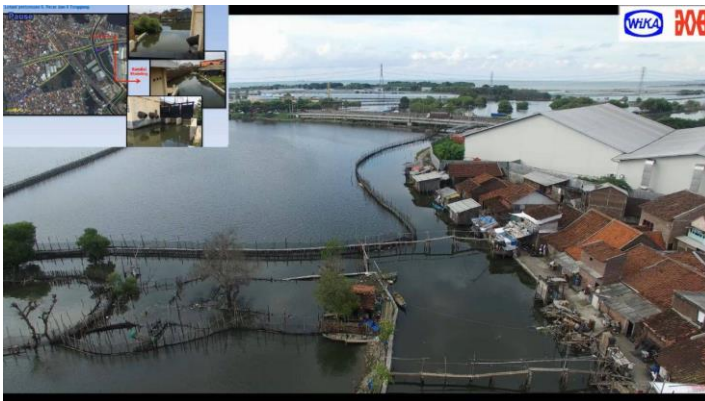
### **1.1 Latar Belakang**

Kota Semarang adalah ibu kota Propinsi Jawa Tengah, yang terletak di dataran pantai Utara Pulau Jawa. Kota Semarang secara topografi mempunyai keunikan yaitu di bagian Selatan berupa pegunungan dari kaki Gunung Ungaran dan di bagian Utara berupa dataran pantai Laut Pulau Jawa. Kota Semarang bagian Utara memiliki permasalahan yang cukup berlarut-larut, ketika terjadi banjir air rob (pasang) datang. Dampak yang akan timbul saat banjir air rob (pasang) adalah menimbulkan kerugian material, mengganggu lalu lintas, dan kelangkaan air bersih. Banjir air rob (pasang) terjadi saat naiknya muka air laut yang diakibatkan pasangannya air laut, sehingga air rob (pasang) tersebut menggenangi daratan. Faktor yang menyebabkan banjir air rob (pasang) adalah pemanasan global, pemanfaatan air tanah secara berlebihan, penyempitan bantaran sungai, membuang sampah di sungai, dan sistem drainase yang tidak terawat.

Kali Tenggang adalah salah satu kali utama Kota Semarang di bagian Utara yang sering kali terkena terjadinya banjir. Pada saat banjir, terjadi pada saat musim hujan datang dan ketika air pasang laut naik. Kondisi terekstrim dialami, saat air laut pasang yang mengakibatkan masuknya air laut ke Kali Tenggang dan limpasan air dari hulu (pegunungan) yang cukup besar sehingga volume Kali Tenggang tidak dapat menampung air tersebut. Ketika hal seperti itu terjadi, maka kondisi di sekitar Kali Tenggang mengalami luapan air yang mengakibatkan genangan air yang cukup lama. Genangan air itu, menggenangi sudut jalan serta pemukiman warga yang berada dipinggir Kali Tenggang. Kondisi di pinggir Kali Tenggang juga terdapat pemukiman padat yang sudah dihuni sejak lama oleh warga setempat, serta terdapat tambak yang dikelola sendiri oleh warga setempat seperti pada Gambar 1.1 dan pada Gambar 1.2 dibawah ini.



Gambar 1. 1 Lokasi Kali Tenggang Diantara Pemukiman  
(Sumber: Dokumentasi PT. Wika, 2017)



Gambar 1. 2 Lokasi Kali Tenggang Diantara Tambak dan  
Pemukiman  
(Sumber: Dokumentasi PT. Wika, 2017)

Kondisi tanah pada area Kali Tenggang adalah pasir pada kedalaman 0 meter sampai 5 meter dengan mempunyai variasi nilai  $N_{SPT}$  12 sampai  $N_{SPT}$  18 dan tanah lempung pada kedalaman 6 meter sampai 50 meter dengan mempunyai variasi nilai  $N_{SPT}$  3 sampai  $N_{SPT}$  38. Oleh sebab itu, metode yang dipakai

Pemerintah Kota Semarang yaitu metode dinding penahan tanah (turap kantilever). Untuk data hasil penyelidikan tanah menggunakan hasil pengamatan *boring log*. Data yang ada (tersedia) hanya ini, maka data ini berlaku untuk dinding penahan tanah disusun sejajar (kantilever) dengan bentang hampir 750 meter dipinggir Kali Tenggang. Keadaan jenis tanah sesuai dengan kedalaman seperti pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Keadaan jenis tanah dengan kedalaman serta nilai  $N_{spt}$

Kedalaman	Jenis Tanah	N-SPT
0-5	Pasir, krikilan, coklat gelap	12 - 18
5 - 14	Lempung, sedikit pasir, kulit kerang	3-4
14 - 37	Lempung, liat, abu-abu hitam	4-14
37 - 42	Lempung, sedikit pasir, abu-abu hitam	18
42 - 50	Lempung padat, sedikit kerikil pasir,	31 - 38

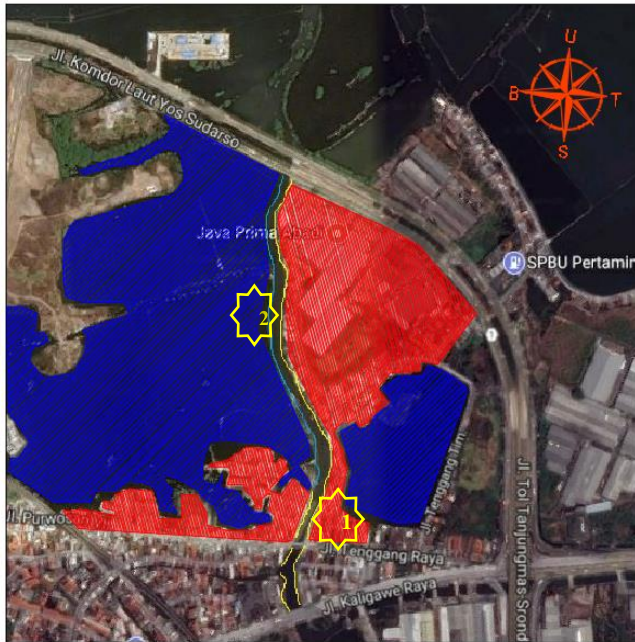
(Sumber: Laboratorium Unisulla, 2016)

Jika pada bagian Utara Kali Tenggang terdapat Laut Jawa, maka pada bagian Selatan Kali Tenggang terdapat Jalan Raya Kaligawe. Bagian Timur Kali Tenggang terdapat Kampus Unisulla dan Terminal Terboyo. Bagian Barat Kali Tenggang terdapat Pusat Kota (Simpang Lima). Jalan Raya Kaligawe, Kampus Unisulla dan Terminal Terboyo ialah lokasi-lokasi yang juga terkena banyak dampak limpasan air rob sekaligus genangan air ketika hujan turun.

Dalam penanganan masalah tersebut, maka Pemerintah Kota Semarang membangun tanggul di Kali Tenggang dengan tujuan untuk menahan luapan air ketika banjir air rob (pasang) datang dan menahan agar tidak terjadinya keruntuhan tanah yang berdampak pada bangunan pemukiman warga setempat yang berada di pinggir Kali Tenggang.

Tanggul tersebut dibangun dengan menggunakan turap (*sheet pile*) yang disusun menurun seperti turap kantilever. Turap (*sheet pile*) dipasang dengan 2 (dua) pilihan yaitu *single sheet pile* dan

*double sheet pile*, untuk letak *single sheet pile* di dekat pemukiman warga sedangkan letak *double sheet* diantara Kali Tenggang dan tambak warga seperti pada Gambar 1.3 dibawah ini.



#### Keterangan Gambar

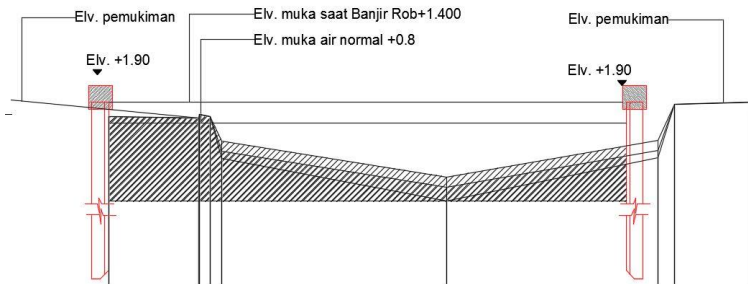
- = *Double Sheet Pile*
- = *Single Sheet Pile*
- = Area Pemukiman
- = Area Tambak

Gambar 1. 3 Lokasi Kali Tenggang  
(Sumber: Google Maps)

Alasan menggunakan *double sheet pile*, untuk menahan gerakan tanah pada saat kondisi tanah lunak yang berada pada diantara tambak dan Kali Tenggang. Sedangkan *single sheet pile*

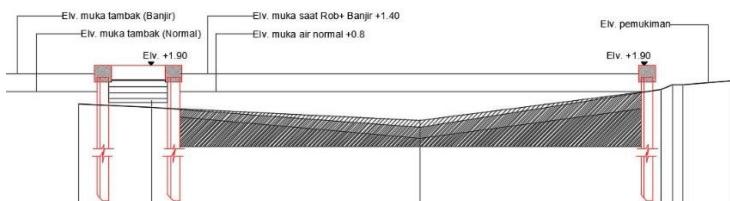


dibangun hanya pada kondisi tanah padat di area dekat pemukiman warga, dan untuk mengurangi keruntuhan bangunan warga saat metode pelaksanaan sedang dilakukan seperti pada Gambar 1.4 dan Gambar 1.5



Gambar 1. 4 Cross Section Single Sheet Pile Pada Titik 1 Pada Gambar 1.3

(Sumber: Gambar Cross Section dari PT. Wika, 2017)



Gambar 1. 5 Cross Section Double Sheet Pile Pada Titik 2 Pada Gambar 1.3

(Sumber: Gambar Cross Section dari PT. Wika, 2017)

Pengendalian banjir air rob (pasang) pada Kali Tenggang dimaksudkan untuk menemukan bagaimana cara untuk menahan air rob ketika terjadinya banjir dan usaha-usaha yang bisa dilakukan untuk mengatasinya. Saat ini pihak Dinas PU (Pekerjaan Umum) Kota Semarang, kurang puas dengan hasil perencanaan. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan ulang agar mengetahui

hasil yang sesuai dengan kondisi eksisting yang aman seperti pada Gambar 1.6.



Gambar 1. 6 Kondisi Eksisting Kali Tenggara  
(Sumber: Dokumentasi PT. Wika, 2017)

Dalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini dinding penahan tanah akan dihitung kembali agar mengetahui angka keamanan dalam kondisi eksisting. Kestabilan konstruksi harus ditinjau terhadap pengaruh gaya-gaya eksternal yang dapat menyebabkan keruntuhan guling, dan keruntuhan geser. Maupun terhadap gaya-gaya internal yang dapat menyebabkan pecahnya konstruksi. Sementara itu kondisi lapangan agak sulit dalam pelaksanaan, dan keterbatasan biaya. Maka penggunaan untuk alternatif perkuatan dinding penahan tanah akan dilakukan agar mendapatkan hasil perkuatan yang aman, ekonomis, dan efisien.

Bila hasil dari kondisi eksisting mendapatkan angka keamanan  $\geq 1,5$  maka kondisi eksisting sudah aman sebagai perkuatan dinding penahan. Tapi, jika hasil kondisi eksisting mendapatkan angka keamanan  $\leq 1,5$  maka dapat menggunakan alternatif desain dengan metode Ground Anchor, Solder Pile, dan Cofferdams. Syarat menggunakan alternatif desain untuk pengganti desain eksisting yaitu memiliki angka keamanan  $\geq 1,5$  dan metode pelaksanaan yang sesuai dengan kondisi eksisting.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan di atas, maka rumusan masalah penelitian ini dapat dikemukakan sebagai berikut:

1. Bagaimana angka keamanan (*safety factor*) kondisi eksisting dinding penahan tanah (turap) di *single sheet pile* dan *double sheet pile* pada Kali Tenggang
2. Apakah fungsi dari *single sheet pile* dan *double sheet pile* sudah dapat menahan luapan air rob (pasang) pada Kali Tenggang
3. Alternatif apa yang dapat digunakan untuk dinding penahan tanah (turap) Kali Tenggang
4. Metode alternatif perkuatan apakah yang aman, ekonomis dan efisien

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan Proposal Tugas Akhir ini adalah :

- 1 Menganalisis angka keamanan (*safety factor*) kondisi eksisting dinding penahan tanah (turap) di *single sheet pile* dan *double sheet pile* pada Kali Tenggang
- 2 Menganalisis kemampuan *single sheet pile* dan *double sheet pile* dalam menahan luapan banjir air rob (pasang) pada Kali Tenggang
- 3 Mampu merencanakan alternatif kondisi eksisting dinding penahan tanah Kali Tenggang
- 4 Mampu menentukan metode alternatif yang aman, ekonomis dan efisien

## 1.4 Lingkup Pekerjaan

Dalam kasus ini akan direncanakan adalah Penggunaan Ground Anchor, Soldier Pile dan Cofferdams Untuk Pengendalian Banjir Air Rob Kota Semarang.

1. Menghitung *single sheet pile* dan *double sheet pile* kondisi eksisting Kali Tenggang
2. Menghitung stabilitas dan defleksi pada Alternatif Ground Anchor, Soldier Pile dan Cofferdams

3. Menghitung RAB agar dapat memilih Alternatif desain yang efektif, ekonomis dan efisien

### **1.5 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini :.

1. Tidak membahas metode pelaksanaan
2. Tidak membahas gelombang air rob

### **1.6 Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Dapat menghindari terjadinya keruntuhan, abrasi pada Kali Tenggang serta rumah penduduk, tempat ibadah dan fasilitas umum lainnya.
2. Mengendalikan tinggi muka air Kali Tenggang Ketika air rob.
3. Sebagai pembanding bahwa bangunan Dinding Penahan Tanah pada Kali Tenggang memiliki berbagai jenis tipe selain tipe kantilever namun memiliki fungsi yang sama.

## **BAB II**

# **TINJAUAN PUSTAKA**

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Karakteristik Tanah Lempung**

Pelapukan tanah akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm disebut mineral lempung. Partikel lempung berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus, sehingga lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gayagaya permukaan (Hardiyatmo, 2010).

Pada beberapa kasus, partikel berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm juga masih digolongkan sebagai partikel lempung (ASTM D-653). Disini tanah diklasifikasikan sebagai lempung hanya berdasarkan ukurannya saja, padahal belum tentu tanah dengan ukuran partikel lempung tersebut mengandung mineral-mineral lempung (Das, 1998).

Dari segi mineral yang disebut tanah lempung ialah yang mempunyai partikel-partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air (Grim, 1953). Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung (Hardiyatmo, 1999) adalah sebagai berikut:

1. Ukuran butir halus, kurang dari 0,002 mm
2. Permeabilitas rendah
3. Kenaikan air kapiler tinggi
4. Bersifat sangat kohesif
5. Kadar kembang susut yang tinggi
6. Proses konsolidasi lambat.

Sesuai dengan karakteristiknya, tanah lempung merupakan tanah yang dapat mengalami penyusutan (*Shrinkage*) dan pengembangan (*Swelling*). Penyusutan dan pengembangan inilah yang biasanya berpengaruh terhadap konstruksi yang ditahannya. Selain itu, tanah lempung memiliki sifat yang kurang menguntungkan secara teknis bagi pekerjaan konstruksi karena memiliki pemampatan yang besar dalam waktu yang lama.

## 2.2 Korelasi SPT

Nilai SPT dapat digunakan untuk menghitung sifat *friction angle* ( $\phi$ ), *relative density* ( $D_r$ ), kapasitas dukung dan penurunan, kecepatan gelombang geser ( $v_s$ ) tanah, maupun potensi likuifaksi. Di sisi lain, uji SPT yang sebenarnya dikembangkan untuk tanah berbutir kasar telah diaplikasikan untuk pada tanah berbutir halus untuk memperkirakan *undrained compressive strength* ( $q_u$ ), *undrained shear strength* ( $S_u$ ) dan koefisien kompresibilitas volume ( $mv$ ).

Perkiraan nilai-nilai tersebut seperti pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2

Tabel 2. 1 Korelasi SPT

Uraian	Tanah Tidak Kohesif				
N	0-10	11-30	31-50	>50	
Berat isi, $kN/m^3$	12-16	14-18	16-20	18-23	
Sudut geser, $\phi$	25-35	28-36	30-40	>35	
Keadaan	Lepas	Sedang	Padat	Sangat padat	
	Tanah Kohesif				
N	<4	4-6	6-15	16-25	>25
Berat isi, $kN/m^3$	14-18	16-18	16-18	16-18	>20
$q_u$ , kPa	<25	20-50	30-60	40-200	>100
Konsistensi	Sangat lunak	Lunak	Sedang	Kenyal ( <i>stiff</i> )	Keras

(Sumber: Bowles & Hainim, 2004)

Tabel 2. 2 Representatif Nilai  $\gamma_d$  dan  $\gamma_{sat}$ 

Type	Soil description	Unit weight range (kN/m <sup>3</sup> )	
		Dry	Saturated
Cohesionless	Soft sedimentary (chalk, shale, siltstone, coal)	12	18
Compacted	Hard sedimentary (Conglomerate, sandstone)	14	19
Broken rock	Metamorphic	18	20
	Igneous	17	21
Cohesionless	Very loose	14	17
	Loose	15	18
Sands and gravels	Medium dense	17	20
	Dense	19	21
	Very dense	21	22
Cohesionless	Loose		
	Uniformly graded	14	17
Sands	Well graded	16	19
	Dense		
	Uniformly graded	18	20
	Well graded	19	21
Cohesive	Soft – organic	8	14
	Soft – non organic	12	16
	Stiff	16	18
	Hard	18	20

(Sumber: Look, 2007)

Korelasi nilai  $C_u$  dengan  $N_{spt}$  dan sondir untuk tanah dominan lanau dan lempung menurut Mochtar, 2006 seperti pada Tabel 2.3

Tabel 2. 3 Konsistensi Tanah Dominan Lanau dan Lempung

Konsistensi tanah	Taksiran harga kekuatan geser undrained, $C_u$		Taksiran harga SPT, harga N	Taksiran harga tahanan conus, $q_c$ (dari sondir)	
	kPa	Ton/m <sup>2</sup>		Kg/cm <sup>2</sup>	kPa
Sangat lunak	0 – 12.0	0 - 1.20	0 – 2.	0 – 7.0	0 - 700
Lunak	13 – 24	1.30 – 2.4	2.5 - 4	8.0 – 14	700 - 1400
Menengah	25 – 49	2.5 – 4.9	5 - 8	15 – 29	1500-2900
Kaku	50 – 99	5.0 – 9.9	9 - 15	30 - 59	3000-5900
Sangat kaku	100 – 199	10 – 19.9	16 - 29	60 – 124	5900-12400
Keras	>200	>20	>30	>125	>12500

(Sumber: Motchar, 2015)



Taksiran harga sudut geser, berat volume jenuh dan kepadatan relatif menurut Mochtar, 2009 seperti pada Tabel 2.4

Tabel 2. 4 Pedoman Memperkirakan Harga  $\phi$  Dari Harga  $N_{SPT}$ .  
Untuk Tanah Dominan Pasir  
(Dari Teng, 1962)

Kondisi kepadatan	Kepadatan relatif, $R_d$ (%)	Perkiraan Harga $N_{SPT}$	Perkiraan harga, $\phi$ (°)	Perkiraan berat volume jenuh, $\gamma_{sat}$ (ton/m <sup>3</sup> )
very loose (sangat renggang)	0 s/d 15	0 s/d 4	0 s/d 28	< 1.60
loose (renggang)	15 s/d 35	4 s/d 10	28 s/d 30	1.50 – 2.0
medium (menengah)	35 s/d 65	10 s/d 30	30 s/d 36	1.75 – 2.10
dense (rapat)	65 s/d 85	30 s/d 50	36 s/d 41	1.75 – 2.25
very dense (sangat rapat)	85 s/d 100	> 50	41*	

(Sumber: Motchar, 2009)

Tabel 2. 5 Perkiraan Harga  $\phi$  Untuk Tanah Kohesif

<i>Type</i>	<i>Soil description</i>	<i>Effective cohesion (kPa)</i>	<i>Friction angle (degrees)</i>
Cohesive	Soft – organic	5-10	10-20
	Soft – non organic	10-20	15-25
	Stiff	20-50	20-30
	Hard	50-100	25-30

(Sumber: Look, 2007)

Nilai modulus young menunjukkan besarnya nilai elastisitas tanah yang merupakan perbandingan antara tegangan yang terjadi terhadap regangan. Nilai ini bisa didapatkan dari Triaxial Test. Nilai Modulus elastisitas ( $E_s$ ) secara empiris dapat ditentukan dari jenis tanah dan data sondir seperti pada Tabel 2.6

Tabel 2. 6 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah

Jenis Tanah	$E_s$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Lempung	
Sangat lunak	3 – 30
Lunak	20 – 40
Sedang	45 – 90
Keras	70 – 200
Berpasir	300 – 425
Pasir	
Berlanau	50 – 200
Tidak padat	100 – 250
Padat	500 – 1000
Pasir dan Kerikil	
Padat	800 – 2000
Tidak padat	500 – 1400
Lanau	20 – 200
Loses	150 – 600
Cadas	1400 – 14000

(Sumber: Bowles, 1997)

*Poisson Ratio* didefenisikan sebagai perbandingan antara regangan lateral dan longitudinal. Tabel 2.7 di bawah ini merupakan *Poisson's Ratio* untuk beberapa material

Tabel 2. 7 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah

Material	Poisson's ratio $\nu$
Lempung jenuh	0.4 – 0.5
Lempung tak jenuh	0.1 – 0.3
Lempung berpasir	0.2 – 0.3
Lanau	0.3 – 0.35
Pasir padat	0.1 – 1.00
Pasir berkerikil	0.3 – 0.4
Batuan ( <i>Rock</i> )	0.1 – 0.4 (agak bergantung jenis batuan)
Tanah lus	0.1 – 0.3
Es	0.36
Beton	0.15 – 0.25

(Sumber: Bowles, 1988)

### 2.3 Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral adalah sebuah parameter perencanaan yang penting dalam sejumlah persoalan tentang teknik pondasi termasuk konstruksi penahan tanah. Dinding penahan tanah dan dinding turap, galian yang diperkokoh dan yang tidak (*braced* dan *undbraced excavation*), semuanya memerlukan perkiraan tekanan lateral secara kuantitatif pada pekerjaan konstruksi, baik untuk analisa perencanaan maupun untuk analisa stabilitas.

Untuk dapat memperkirakan dan menghitung kestabilan dinding penahan, diperlukan menghitung tekanan ke arah samping (lateral). Karena massa tanah berupa butiran, maka saat menerima tegangan normal baik akibat beban yang diterima tanah maupun akibat berat kolom tanah di atas kedalaman atau duga tanah yang kita tinjau, akan menyebabkan tekanan tanah ke arah tegak lurus atau ke arah samping. Tekanan inilah yang disebut sebagai tekanan tanah lateral (*lateral earth pressure*). Tekanan tanah akibat kolom tanah tersebut merupakan besaran tegangan efektif yang sebanding dengan  $H$ . Pengetahuan tentang tekanan lateral ini diperlukan untuk pendekatan perancangan kestabilan.

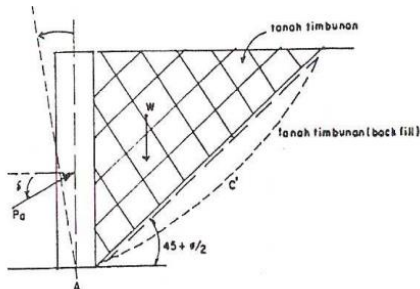
Tekanan tanah lateral dibedakan menjadi tekanan tanah lateral aktif dan tekanan tanah lateral pasif. Tekanan lateral aktif adalah tekanan lateral yang ditimbulkan tanah secara aktif pada struktur yang kita

selenggarakan. Sedangkan tekanan lateral pasif merupakan tekanan yang timbul pada tanah saat menerima beban struktur yang kita salurkan pada secara lateral.

Besarnya tekanan tanah sangat dipengaruhi oleh fisik tanah, sudut geser, dan kemiringan tanah terhadap bentuk struktur dinding penahan tanah.

### 2.3.1 Tekanan Lateral Aktif

Suatu dinding penahan tanah harus dalam keadaan seimbang dalam menahan tekanan tanah horizontal. Tekanan ini dapat dievaluasi dengan menggunakan koefisien tanah  $K_a$ . Telah kita ketahui bahwa tekanan vertikal yang diakibatkan oleh berat suatu tanah dengan kedalaman  $H$  adalah  $\gamma H$  dengan  $\gamma$  adalah berat volume tanah. Sedangkan untuk mendapatkan tekanan horizontal maka  $K_a$  adalah konstanta yang fungsinya mengubah tekanan vertikal tersebut menjadi tekanan horizontal seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Dinding yang Berotasi Akibat Tekanan Aktif Tanah (Hardiyatmo, 1994)

Rumusan tekanan horizontal dapat dituliskan sebagai :

$$\sigma_a = K_a \times \gamma \times H \quad (2.1)$$

Dimana harga  $K_a$  :

Untuk tanah datar adalah :

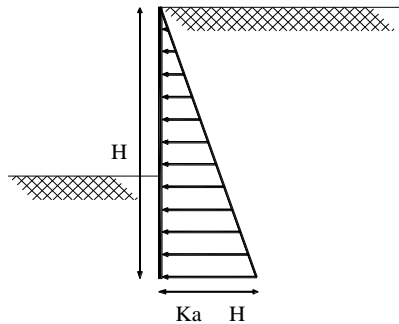
$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.2)$$

Koefisien tanah aktif (dengan syarat  $\lambda = 0$ ,  $\beta = 0$ ,  $\delta = 0$ )

$\lambda$  = sudut kemiringan permukaan belakang dinding

- $\beta$  = kemiringan tanah dibelakang *sheet pile*  
 $\delta$  = sudut geser antara tanah dengan dinding  
 $\phi$  = sudut geser dalam tanah  
 $\gamma$  = berat volume tanah  
 $H$  = tinggi *sheet pile*

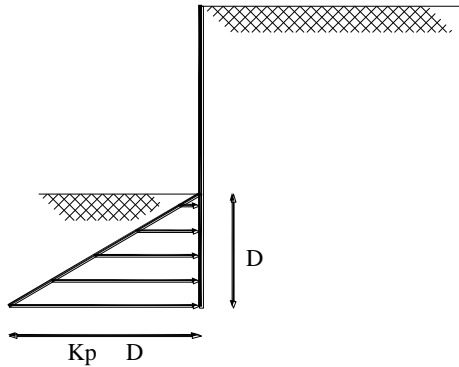
Pada tanah berkohesi maka terjadi pengurangan tekanan sebesar  $2c\sqrt{K_a}$ , seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Tekanan Tanah Aktif  
(Hardiyatmo, 1994)

### 2.3.2 Tekanan Lateral Pasif

Jika suatu gaya mendorong dinding penahan tanah ke arah urugannya, maka tekanan tanah dalam kondisi ini disebut tekanan tanah pasif. Arah dari tekanan tanah pasif ini berlawanan dengan arah tekanan aktif. Tekanan pasif menunjukkan nilai maksimum dari gaya yang dapat dikembangkan oleh tanah, yaitu gaya yang dibutuhkan untuk menahan dinding penahan tanah sebelum mengalami kegagalan. Berupa tekanan horizontal tanah pada bagian depan struktur yang terbenam (Gambar 2.3)



Gambar 2. 3 Diagram Tekanan Tanah Pasif (*Design Of Sheet Pile Walls*)

Rumusan tekanan horizontal dapat dituliskan sebagai :

$$\sigma_p = K_p \times \gamma \times H \quad (2.3)$$

Dimana harga  $K_p$  :

Untuk tanah datar adalah :

$$K_p = \frac{1+\sin \phi}{1-\sin \phi} = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1}{K_a} \quad (2.4)$$

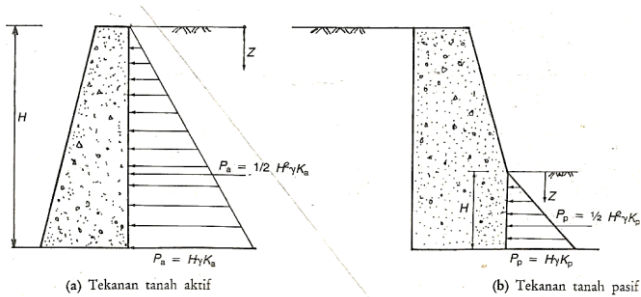
Koefisien tanah aktif (dengan syarat  $\lambda = 0$ ,  $\beta = 0$ ,  $\delta = 0$ )

$\phi$  = Sudut geser dalam tanah

$\gamma$  = Berat volume tanah

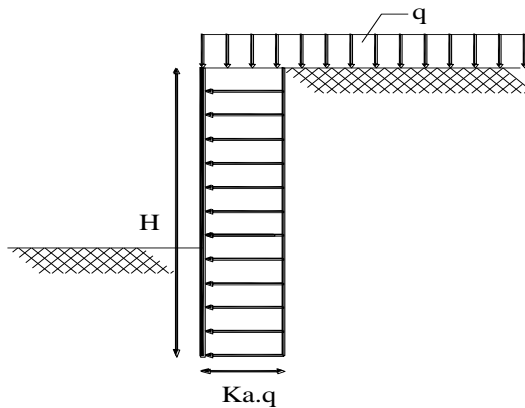
D = Panjang *sheet pile* yang terbenam dalam Tanah

Tekanan tanah lateral pada dinding dengan permukaan rata seperti pada Gambar 2.4 yang memperlihatkan dinding penahan tanah dengan urugan tanah tak berkohesi ( $c = 0$ ).



Gambar 2. 4 Distribusi Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Rankine Untuk Permukaan Tanah Horizontal (Hardiyatmo, 1994)

### 2.3.3 Tekanan Tanah Akibat Gaya *Surcharge* di Permukaan



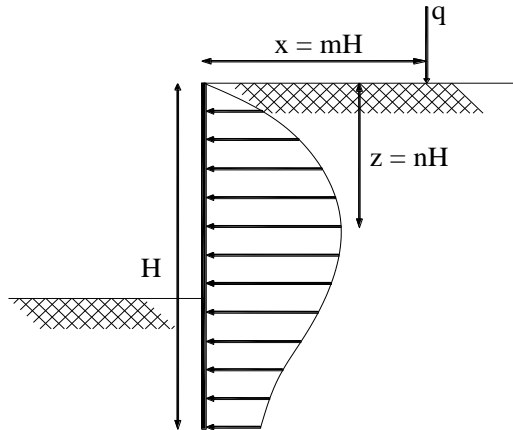
Gambar 2. 5 Tekanan Tanah Akibat Gaya Merata (*Design Of Sheet Pile Walls*)

- Tekanan tanah akibat beban merata diatas permukaan tanah (Gambar 2.5)

$$\sigma q = K_a. q \quad (2.5)$$

- Tekanan tanah akibat beban garis terpusat (Gambar 2.5) pada permukaan tanah ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\sigma_z = \frac{4q}{\pi H} \frac{m^2 n}{(m^2 + n^2)^2} \text{ dengan } m > 0.4 \quad (2.6)$$

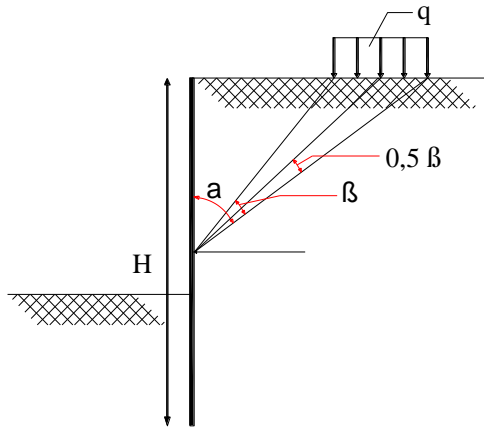


Gambar 2. 6 Tekanan Tanah Akibat Beban Garis (*Design Of Sheet Pile Walls*)

$$\sigma_z = \frac{4q}{\pi H} \frac{m^2 n}{(m^2 + n^2)^2} \text{ dengan } m \leq 0.4 \quad (2.7)$$

- Tekanan tanah akibat beban lajur (Gambar 2.7) dengan besar q per satuan luas adalah :





$$\sigma_z = \frac{q}{\pi} (\beta - \sin\beta \cos 2\alpha) \quad (2.8)$$

Gambar 2. 7 Tekanan Tanah Akibat Beban Lajur (*Design Of Sheet Pile Walls*)

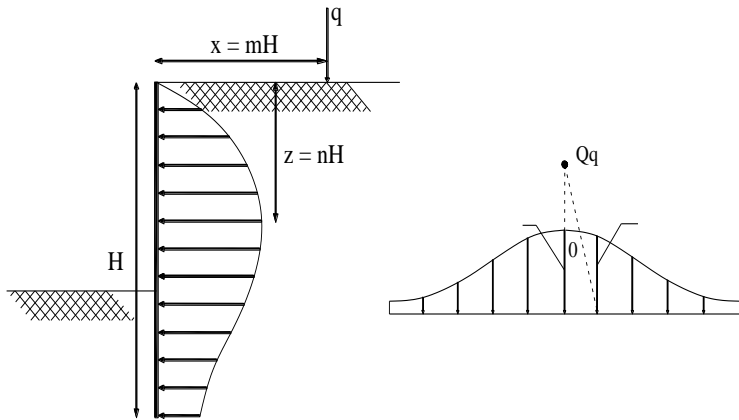
- Besar tekanan tanah akibat beban titik (Gambar 2.8) yang bekerja pada permukaan tanah ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\sigma_z = \frac{1.77Qq}{H^2} \frac{m^2 n^2}{(m^2 + n^2)^3} \text{ dengan } m > 0.4 \quad (2.9)$$

$$\sigma_z = \frac{0.28Qq}{H^2} \frac{n^2}{(0.16 + n^2)^3} \text{ dengan } m \leq 0.4 \quad (2.10)$$

Bila diperhitungkan tegangan pada titik disamping beban maka dapat ditentukan dengan rumus :

$$\sigma h' = \sigma h \cos^2 \theta \quad (2.11)$$



Gambar 2. 8 Tekanan Tanah Akibat Beban Titik (*Design Of Sheet Pile Walls*)

## 2.4 Perkuatan Dengan Turap

Turap adalah konstruksi yang dapat menahan tekanan tanah di sekelilingnya, mencegah terjadinya kelongsoran maupun mencegah rembesan air. Bila tanah yang ditahan dangkal, maka cukup digunakan turap kantilever. Namun, bila kedalaman tanah yang ditahan sangat dalam, maka harus digunakan turap yang diangker. Dinding turap tidak cocok untuk menahan tanah yang sangat tinggi, karena akan memerlukan luas tampang bahan turap yang besar. Selain itu, turap juga tidak cocok digunakan pada tanah yang mengandung banyak batuan-batuan, karena menyulitkan pemancangan (Hardiyatmo, 2010).

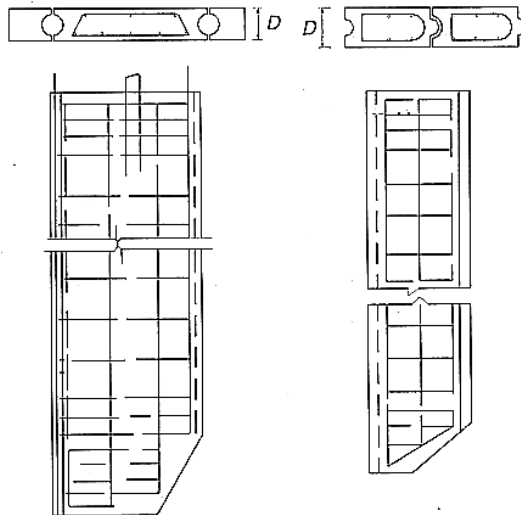
### 2.4.1 Tipe Dari Dinding Turap

Berdasarkan material yang digunakan dikenal beberapa jenis dinding turap, seperti kayu, turap beton, dan turap baja. Penentuan jenis material dinding turap tergantung dari penggunaannya. Berhubung adanya berbagai cara untuk memasang turap, maka perlu dipilih cara yang tepat, yaitu ditinjau dari mutu tanah pondasi, tinggi muka air atau tinggi muka air tanah dan keamanan.

Pertimbangan untuk menggunakan jenis material beton pada dinding turap adalah :

- **Turap Beton**

Biasa digunakan pada bangunan permanen atau pada detail-detail konstruksi yang agak sulit. Keuntungan pemakaian jenis dinding turap ini adalah dinding bisa dibuat dipabrikasi, sedangkan kerugiannya adalah sulitnya pelaksanaan di lapangan karena sering terjadi kebocoran-kebocoran. Turap beton merupakan balok-balok beton yang telah dicetak sebelum dipasang dengan bentuk tertentu. Balok-balok turap dibuat saling mengkait satu sama lain seperti Gambar 2.9



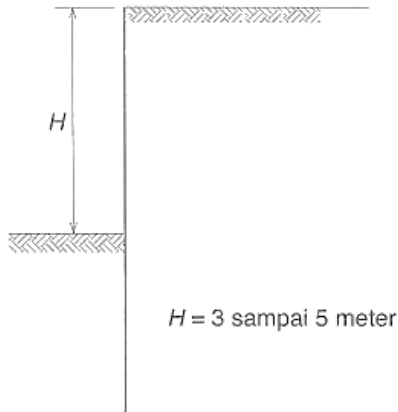
Gambar 2. 9 Turap Beton (Hardiyatmo, 2010)

Masing-masing balok, kecuali dirancang kuat menahan beban-beban yang bekerja pada turap, juga terhadap beban-beban yang akan bekerja pada waktu pengangkatannya. Ujung bawah turap biasanya dibentuk meruncing untuk memudahkan pemancangan.

### 2.4.2 Tipe Dinding Turap

- **Dinding turap kantilever**

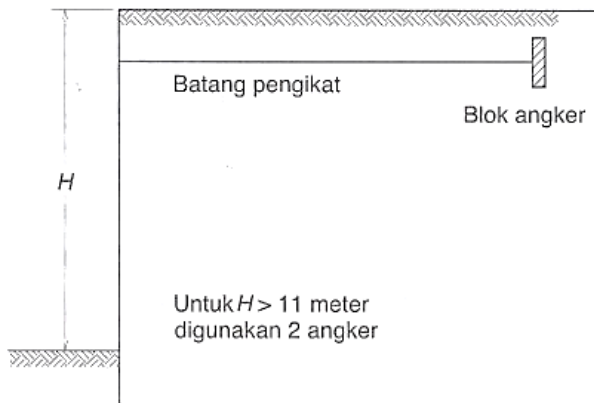
Dinding kantilever seperti pada Gambar 2.10 merupakan turap yang dalam menahan beban lateral mengandalkan tahanan tanah di depan dinding. Defleksi lateral yang terjadi relatif besar pada pemakaian turap kantilever. Karena luas tampang bahan turap yang dibutuhkan bertambah besar dengan ketinggian tanah yang ditahan akibat momen lentur yang timbul, turap kantilever hanya cocok untuk menahan tanah dengan ketinggian/kedalaman sedang.



Gambar 2. 10 Dinding Turap Kantilever (Hardiyatmo, 2010)

- **Dinding turap diangker**

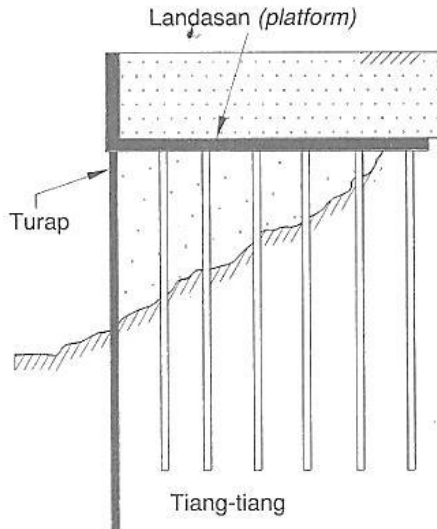
Dinding turap diangker seperti pada Gambar 2.11 cocok untuk menahan tebing galian yang dalam, tetapi masih bergantung pada kondisi tanah. Dinding turap ini menahan beban lateral dengan mengandalkan tahanan tanah pada bagian turap yang terpancang ke dalam tanah dengan dibantu oleh angker yang dipasang pada bagian atasnya. Kedalaman turap menembus tanah bergantung pada besarnya tekanan tanah. Untuk ketinggian tanah yang ditahan  $H > 11$  m, maka diperlukan turap dengan 2 angker.



Gambar 2. 11 Dinding Turap Diangker (Hardiyatmo, 2010)

- **Dinding turap dengan landasan yang didukung tiang**

Dinding turap semacam ini dalam menahan tekanan tanah lateral dibantu oleh tiang-tiang, dimana di atas tiang-tiang tersebut dibuat landasan untuk meletakkan bangunan tertentu. Tiang-tiang pendukung landasan juga berfungsi untuk mengurangi beban lateral pada turap. Dinding turap ini dibuat bila di dekat lokasi dinding turap direncanakan akan dibangun jalan kereta api, mesin derek atau bangunanbangunan berat lainnya. Dinding turap dengan landasan ditunjukkan pada Gambar 2.12



Gambar 2. 12 Dinding Turap Dengan Landasan (Hardiyatmo, 2010)

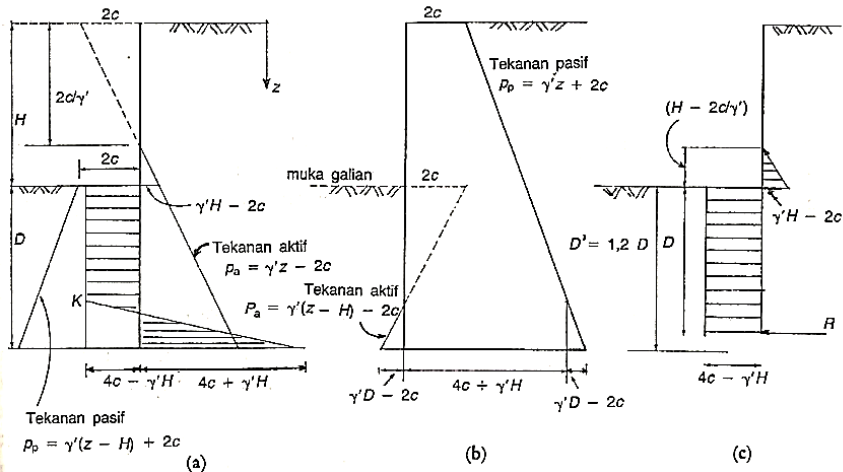
### 2.4.3 Turap Kantilever dalam Tanah Kohesif

Pada turap kantilever, stabilitas turap sepenuhnya ditahan oleh tekanan tanah pasif di muka dindingnya. Turap ini biasanya digunakan untuk kedalaman galian sedang, karena penampang turap yang dibutuhkan bertambah bila ketinggian tanah galiannya bertambah akibat momen lentur yang timbul. Pergeseran arah lateral relatif besar, pada pemakaian turap kantilever. Dinding turap kantilever bila dipancang ke dalam tanah lanau atau lempung dapat berotasi pada titik ujung bawah dari turapnya. Tekanan tanah pasif bekerja di depan ujung bawah sampai permukaan turap bagian depan. (Hardiyatmo, 1994)

1. Seluruh turap dipancang di dalam lapisan lempung

Perancangan turap dalam tanah kohesif sangat kompleks, karena dalam kenyataannya kuat geser tanah lempung berubah dengan waktu, dengan demikian tekanan tanah lateral juga berubah. Segera sesudah turap dipancang, tekanan tanah dihitung berdasarkan kuat geser *undrained*, yaitu hanya memperhitungkan

nilai kohesi dengan  $\phi = 0$ . Analisisnya dapat dilakukan dengan mengambil nilai  $c$  dari kuat geser tekan bebas (*unconfined compression strength*). Kondisi tekanan awal untuk turap yang dipancang pada tanah kohesif di seluruh bagiannya ditunjukkan pada Gambar 2.13



Gambar 2. 13 Tekanan Arah Awal Pada Turap Kantilever Yang Dipancang Pada Tanah Kohesif (Teng, 1962)

Prosedur perancangan;

- 1) Suatu kedalaman penembusan turap di bawah muka tanah galiannya ( $D$ ), diestimasikan dengan nilai  $N$  dari *SPT* dan kerapatan relatif dari tanahnya, seperti yang diberikan dalam Tabel 2.8

Tabel 2. 8 Nilai Perkiraan Kedalaman Penembusan Turap  
Berdasarkan Nilai SPT

Nilai SPT	Kerapatan Relatif (D)	Kedalaman Penembusan Turap
0 – 14	Sangat tidak padat	2,00 H
5 - 10	Tidak padat	1,5 H
11 - 30	Sedang	1,25 H
31 - 50	Padat	1,00 H
>50	Sangat padat	0,75 H

(Sumber : hardiyatmo, 1994)

- 2) Tentukan tekanan tanah pasif dan aktif  
 Karena pada  $\emptyset = 0$ ,  $K_a = K_p = 1$ , tekanan tanah pasif di sisi kiri turap dapat dinyatakan dengan persamaan;

$$P_p = \gamma'(z - H) + 2c \quad (2. 12)$$

Tekanan tanah aktif di sebelah kanan turap

$$P_a = \gamma'z - 2c \quad (2. 32)$$

Zona yang mengalami tarikan, yang kemungkinan dapat menimbulkan retakan di atas tanah lempung diabaikan. Karena kemiringan garis tekanan aktif dan tekanan pasif sama ( $K_a = K_p$ ), tahanan neto pada sisi kiri turap besarnya konstan di bawah tanah galian, dan diberikan oleh persamaan;

$$P_p - P_a = 4c - \gamma'H \quad (2. 13)$$

Secara teoritis turap tidak akan menerima tekanan lateral bila  $\gamma'H = 4c$ . Pada turap bagian bawah bergerak ke kanan (Gambar 2.14), tahanan tanah pasif dinyatakan;

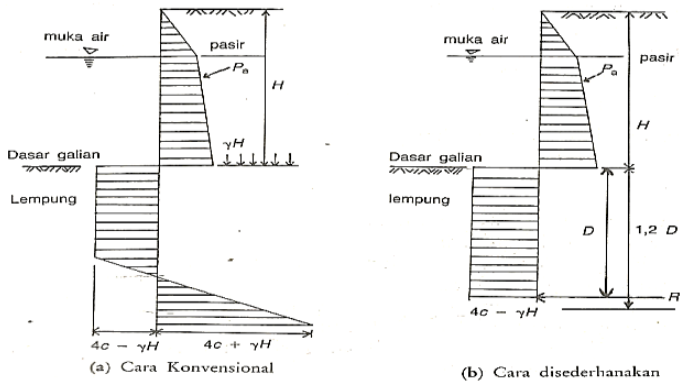
$$P_p - P_a = 4c + \gamma'H \quad (2. 14)$$

Hitunglah keseimbangan statis berdasarkan diagram kanan tanah. Jumlah gaya-gaya horizontal harus nol dan jumlah momen terhadap sembarang titik harus nol.



Jumlah gaya horizontal dapat dihitung dari luas diagram tekanan yang disederhanakan pada Gambar 2.16 (c), yaitu dengan menganggap tekanan pasif pada sisi turap digantikan oleh reaksi gaya  $R$ . Kedalaman  $D$  harus dikalikan faktor 1,2 sampai 1,4

2. Turap dipancang pada tanah kohesif diurug tanah granuler  
Metode di atas dapat digunakan untuk kasus dimana turap dipancang di dalam tanah lempung dan diurug dengan tanah granuler. Penyelesaian menurut metode yang disederhanakan dapat dilihat pada Gambar 2.14 (b), cara perhitungan sama seperti yang sudah dibahas sebelumnya.



Gambar 2. 14 Tekanan Tanah Pada Perancangan Turap Dalam Tanah Kohesif Dengan Tanah Urug Granuler (Teng, 1962)

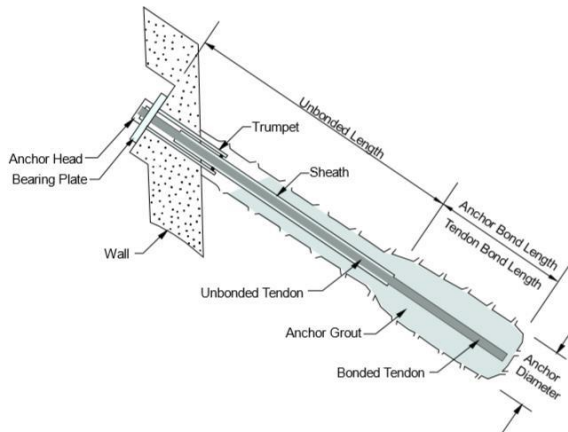
Dalam perancangan sangat aman bila nilai  $c$  dipertimbangkan sama dengan nol. Nilai akhir sudut geser dalam tanah akan mendekati sekitar 20 sampai 30 derajat. Tekanan tanah dalam tanah lempung untuk periode jangka panjang mendekati sama seperti tekanan lateral pada tanah granuler.

## 2.5 Perencanaan Perkuatan dengan *Ground Anchor*

*Ground Anchor* memiliki bagian penting yang mengirimkan gaya tarik (*tensile force*) dari struktur utama ke tanah di sekitarnya. Kekuatan geser dari tanah digunakan untuk melawan gaya tarik

tersebut serta untuk mengikat struktur *Ground Anchor* pada tanah. Struktur *Ground Anchor* biasanya terdiri dari baja tendon dengan kekuatan tinggi yang dipasang pada sudut kemiringan (inklinasi) tertentu dan pada kedalaman yang diperlukan untuk melawan beban yang ada

### 2.5.1 Komponen *Ground Anchor*



Gambar 2. 15 Komponen *Ground Anchor*

(Sumber: Geotechnical Engineering Circular 4“Ground Anchors And Anchored Systems”)

Komponen *ground anchor* pada Gambar 2.15 meliputi *unbonded length anchor* dan *bond length anchor*. *Bond length anchor* berfungsi sebagai pembungkus material tanah untuk memindahkan beban serta gaya tarik (*tensile force*) dari struktur ke tanah di sekitar jangkar. Sedangkan *unbonded length anchor* adalah bagian dari tendon yang tidak terikat dan bebas bergerak di dalam tanah serta terletak pada bagian atas *bond length anchor* dimana tidak ada gaya tarik yang dipindahkan ke tanah di. Selain itu komponen *ground anchor* juga terdiri dari tendon, yaitu bagian yang terbuat dari baja berkekuatan tinggi (*bar*, *wire* atau *strand*) yang dikelilingi *cement grout* (material semen untuk *grouting*).

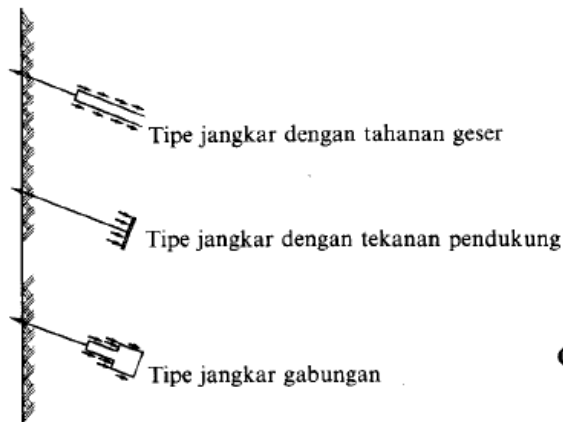
Terdapat 9 faktor yang berperan penting dalam pemasangan *ground anchor* (Littlejohn dan Bruce, 1977; FHWA, 1982; BSI, 1989; Xanthakos, 1991; PTI, 1996; Wyllie, 1999; dalam *Rock Slope Engineering*), yaitu:

1. Pengeboran (*drilling*), menentukan besarnya diameter lubang bor dan panjang yang akan dibor di lapangan berdasarkan pada peralatan yang tersedia.
2. Material dan dimensi, memilih material dan dimensi *anchor* yang cocok dengan diameter lubang dan gaya *anchor* yang disyaratkan.
3. Korosi, memperkirakan tingkat korosi di lapangan dan mengaplikasikan perlindungan korosi yang sesuai dengan tingkat korosi pada *anchor*.
4. Tipe Pengikatan (*bond type*), memilih antara semen atau *grout* atau *mechanical anchor* untuk mengamankan bagian ujung *anchor* pada lubang.
5. Panjang ikatan (*bond length*), penentuannya berdasarkan tipe pengikatan, diameter lubang, tegangan *anchor*, dan kekuatan geser tanah.
6. Panjang total *anchor*, menghitung panjang total *anchor*, yang terdiri dari jumlah panjang ikatan dan panjang yang tidak terpengaruh tekanan. Panjang yang tidak terpengaruh tekanan harus lebih luar dari permukaan tanah sampai bagian atas zona pengikatan (*bond 20 zone*), dengan bagian atas dari zona pengikatan akan berada di bawah bidang longsor potensial.
7. Pola *Anchor* (*anchor pattern*), layout dari pola *anchor*, maka jarak pada permukaannya akan hampir sama dan akan menghasilkan gaya *anchor* yang telah disyaratkan.
8. Lubang bor yang tahan air (*waterproofing drill holes*), memastikan tidak ada diskontinuitas pada zona pengikatan yang dapat menyebabkan kebocoran *grouting*.

9. Pengetesan (*testing*), menyiapkan prosedur untuk pengetesan yang akan memeriksa jika panjang pengikatan dapat menahan dari beban yang didesain.

### 2.5.2 Tipe-tipe Ground Anchor

1. Penjangkaran dengan tahanan geser. Jenis ini memakai batang jangkar yang silindris yang digrout di dalam lubang bor dan gaya tarik ditimbulkan dari tahanan geser yang bekerja sekelilingnya.
2. Penjangkaran dengan plat pemikul. Jenis ini menggunakan suatu plat massif yang dipasang di dalam tanah sehingga tekanan tanah pasifnya yang bekerja dapat menahan gaya tarik.
3. Penjangkaran gabungan. Dimana ada bagian- bagian yang diperbesar dan tekanan pasif bersama-sama tahanan geser batangnya yang menahan gaya tarik, sehingga dapat disebut sebagai gabungan dari kedua metode terdahulu. Untuk membuat penjangkaran dengan diameter besar pembuatan lubangnya perlu menggunakan mata bor khusus atau semburan air bertekanan tinggi.



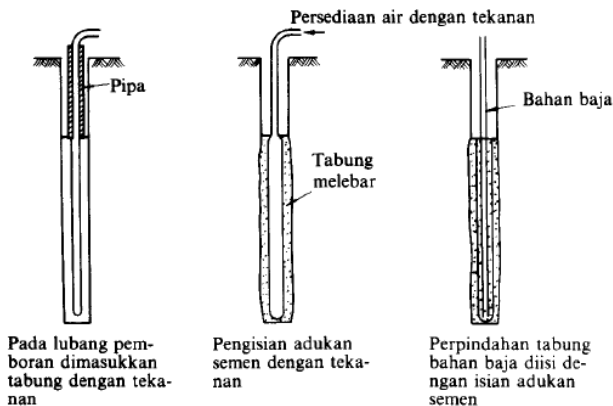
Gambar 2. 16 Tipe-tipe Ground Anchor  
(Sumber: Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, 2000)

Saat ini, yang paling sering dipergunakan adalah jenis 1. Sedangkan jenis 2 dan 3 dipergunakan apabila suatu lapisan tanah mempunyai tahanan geser yang tidak dapat diandalkan pada suatu kedalaman tertentu, atau lapisan yang lebih padat seperti mudstone terdapat pada kedalaman yang dangkal serta tahanan dapat diperoleh malahan dari pemboran yang dangkal saja.

### 2.5.3 Metode *Ground Anchor*

Beberapa metode penjangkaran yang dipakai pada saat ini diantaranya :

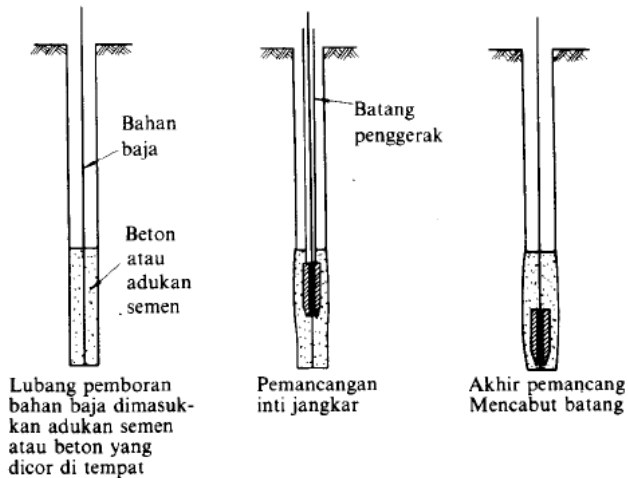
1. Metode penjangkaran dengan *grouting*  
Setelah suatu batang baja atau kabel terpasang, dilaksanakan *grouting* dan batang jangkar ini dijangkar. Dipasang alat “*packer*” untuk menahan keluarnya aliran semen dari lubang.
2. Metode penjangkaran dengan tabung bertekanan  
Metode dimana suatu tabung yang dapat mengembang dimasukkan ke dalam lubang hasil pemboran dan adukan mengisi bagian luar dari dinding tabung dan kemudian air bertekanan dimasukkan ke dalam tabung tersebut agar mengembang (Gambar 2.17).



Gambar 2. 17 Metode Jangkar Dengan Tabung Tekanan  
(Sumber: *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, 2000)

3. Metode penjangkaran dengan penekanan

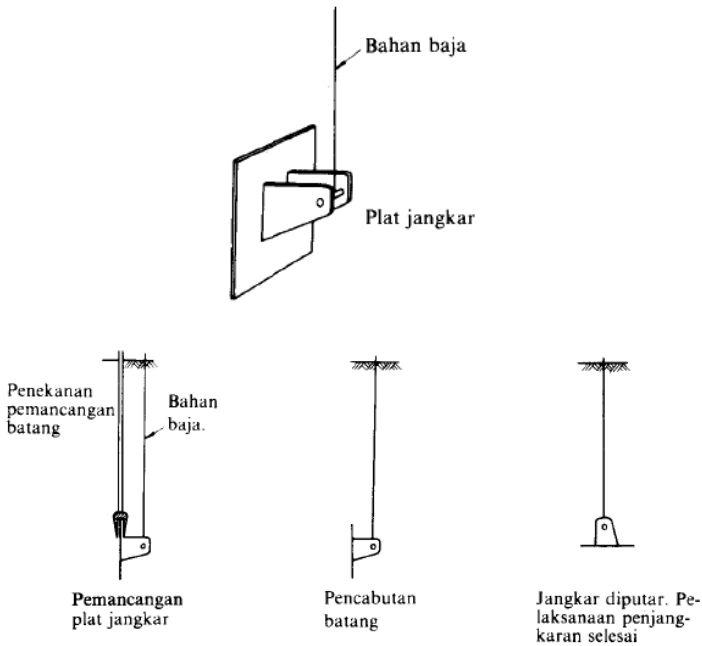
Batang PC baja dimasukkan ke lubangnya dan adukan diisikan ke dalam dasar lubang, lalu beton bertulang yang berlubang tengahnya sebagai inti dari jangkar ini dengan batang baja tadi sebagai pengarahnya dipukul masuk kedalam adukannya untuk memperbesar dinding lubangnya tersebut seperti pada Gambar 2.18.



Gambar 2. 18 Metode Jangkar Dengan Inti Yang Dipancang  
(Sumber: *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, 2000)

4. Metode penjangkaran plat

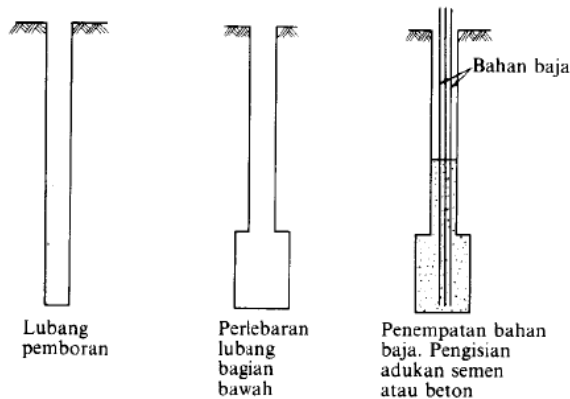
Atau disebut metode penjangkaran mekanis terdiri dari batang baja dan bagian jangkar yang terbuat dari plat baja dan dimasukkan kedalam tanha dengan dipukul lalu ditarik sehingga plat memutar tersebut seperti Gambar 2.19



Gambar 2. 19 Metode Pelat Jangkar

(Sumber: *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, 2000)

5. Metode jangkar dengan membesarkan bagian bawah  
Setelah dibor dalam kedalam yang diperlukan, mata bor khusus digunakan untuk memperbesar bagian dasar lubang yang menambah tahanan cabut jangka tersebut seperti Gambar 2.20



Gambar 2. 20 Metode Jangkar Dengan Membesarkan Bagian Bawah

(Sumber: *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, 2000)

#### 2.5.4 Perencanaan *Ground Anchor*

##### 1. Pengaturan letak *ground anchor*

Posisi, arah dan jarak antar *ground anchor* seharusnya ditentukan pertama pada saat perancangan.

- 1) *Ground anchor* harus dipasang dengan jarak minimal 2 m antar *anchor*.
- 2) Sudut pemasangan *anchor*  $10^\circ$  sampai  $-10^\circ$  dari arah horizontal.
- 3) Arah *anchor* parallel dengan arah keruntuhan tanah.
- 4) Jarak *anchor* ditentukan berdasarkan pengaruh antar *anchor*, yang ditinjau dari kekuatan *anchor*, diameter *anchor*, kedalaman, dan kekuatan geser tanah.

##### 2. Mencari gaya tahanan dan dorong

- 1) Mencari  $\Delta MR$  yang akan dipikul oleh perkuatan *ground anchor*

Dalam mencari  $\Delta MR$  digunakan program bantu *Dxstable* yang memiliki *output* berupa momen resisten dan *safety factor*.



$$M_{\text{dorong}} = \frac{M_{\text{resisten}}}{SF} \quad (2.15)$$

Dengan menggunakan rumus di atas, didapatkan nilai momen dorong yang selanjutnya dikalikan dengan SF rencana.

$$M_{\text{resisten rencana}} = M_{\text{dorong}} \times SF_{\text{rencana}} \quad (2.16)$$

Maka, didapatkanlah  $\Delta MR$  yang nantinya nilai  $\Delta MR$  tersebut akan dipakai sebagai nilai momen yang akan dipikul oleh kekuatan *ground anchor*.

$$\Delta MR = M_{\text{resisten rencana}} - M_{\text{resisten yang terjadi}} \quad (2.17)$$

- 2) Mencari nilai  $T_{\text{max}}$  dari kekuatan *ground anchor*

$$T_{\text{max}} = N \tan \phi \quad (2.18)$$

Yang dimana nilai  $T_{\text{max}}$  adalah nilai maksimum yang dipikul oleh *anchor* itu sendiri, selanjutnya nilai  $T_{\text{max}}$  tersebut dikalikan dengan jari jari bidang longsor. Kemudian didapatkan nilai momen dari *anchor* yang nantinya dibandingkan dengan nilai  $\Delta MR$ .

$$\Delta MR = N \tan \phi \times R \quad (2.19)$$

$$N_{\text{anchor}} = \frac{\Delta MR}{R \times \tan \phi} \quad (2.20)$$

### 3. Perhitungan panjang *grouting*

Panjang *grouting* adalah panjang *ground anchor* yang menahan gaya *stressing* yang melewati garis bidang longsor. Perhitungan panjang *grouting* adalah sebagai berikut:

$$N \times SF = C \times \pi \times D \times L$$

$$L = \frac{N \times SF}{C \times \pi \times D} \quad (2.21)$$

Dimana,

$N$  = Kekuatan tarik jangkar

$C$  = Kekuatan geser

$D$  = Diameter *grouting*

$L$  = Panjang *grouting*

$SF$  = 1,5 (konstruksi sementara) dan 2,5 (konstruksi permanen)

## 2.6 Perencanaan Perkuatan dengan *Soldier Pile*

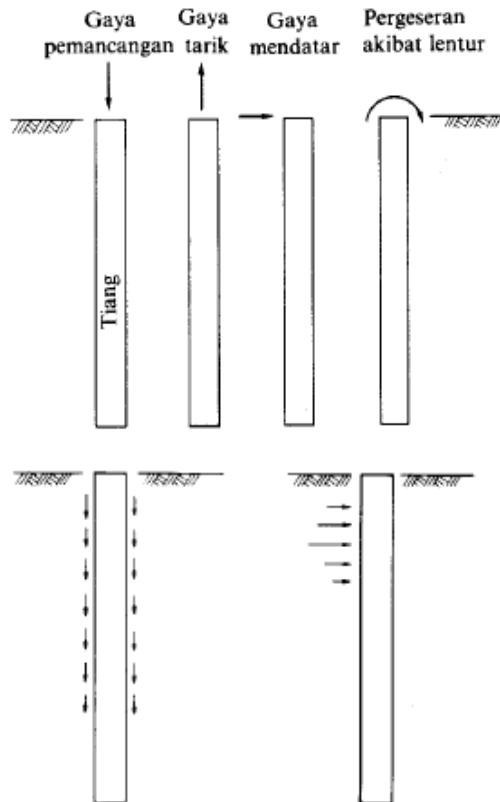
*Soldier Pile* merupakan salah satu jenis pondasi tiang yang mampu menahan gaya orthogonal ke sumbu tiang dengan cara menyerap lenturan. Pondasi tiang digolongkan berdasarkan kualitas materialnya, cara pelaksanaan, pemakaian bahan-bahan, dan sebagainya (Tabel 2.9)

Tabel 2. 9 Jenis-Jenis Tiang

Kualitas bahan	Nama tiang		Cara pembuatan	Bentuk
Tiang baja	Tiang pipa baja		Di sambung secara elektris, di arah datar, mengeliling	Bulat
	Tiang dengan flens lebar (Penampang H)		Diasah dalam keadaan panas, dilas	H
Tiang beton	Tiang beton Pracetak	Tiang beton bertulang pracetak	· Diaduk dengan gaya sentrifugal · Diaduk dengan penggetar	Bulat Segitiga Dan lain-lain
		Tiang beton prategang pracetak	· Sistem penarikan awal · Sistem penarikan akhir	Bulat
	Tiang yang dicor di tempat	Tiang alas Tiang beton Raymond	Sistem pemancangan	Bulat
		· Dengan menggoyangkan semua tabung pelindung. · Dengan membor tanah · Dengan pemutar berlawanan arah · Dengan pondasi dalam	Sistem pemboran	

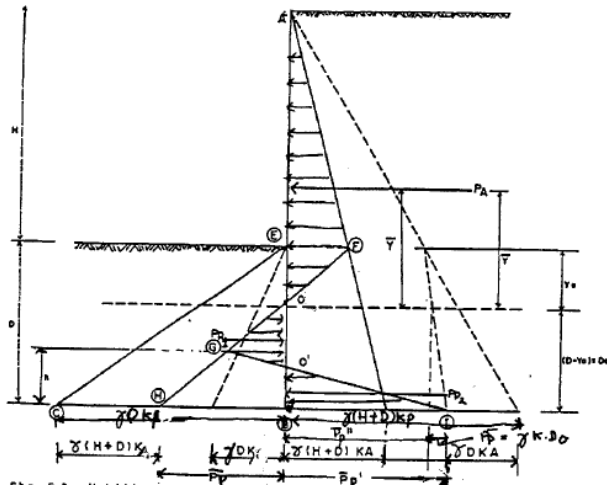
(Sumber: *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, 2000)

Umumnya gaya longitudinal, gaya orthogonal, serta momen lentur yang bekerja pada ujung tiang harus direncanakan sedemikian rupa sehingga daya dukung, tegangan, dan deformasi tiang akan lebih kecil daripada batas-batas yang diijinkan. Gaya luar yang bekerja pada kepala tiang seperti yang terlihat pada Gambar 2.21 adalah berat sendiri bangunan di atasnya, beban hidup, tekanan tanah, dan tekanan air. Sedangkan gaya luar yang bekerja langsung pada tubuh tiang (Gambar 2.21) adalah berat sendiri tiang serta gaya gesekan negatif dalam arah vertikal dan gaya horizontal akibat getaran ketika tiang tersebut melentur.



Gambar 2. 21 Gaya Yang Bekerja Pada Kepala Dan Tubuh Tiang  
(Sumber: *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, 2000)

### 2.6.1 Soldier Pile pada Tanah Berbutir Kasar



Gambar 2. 22 Tekanan Tanah Granular Soil Pada Soldier Pile  
(Sumber: Rekayasa Pondasi I Konstruksi Penahan Tanah)

Untuk tanah tak berkohesi (tanah berbutir kasar) dan tanpa adanya tekanan residual atau tekanan hidrostatik, Henry memberikan suatu relasi antara  $\phi$  dan  $D$  sebagai berikut:

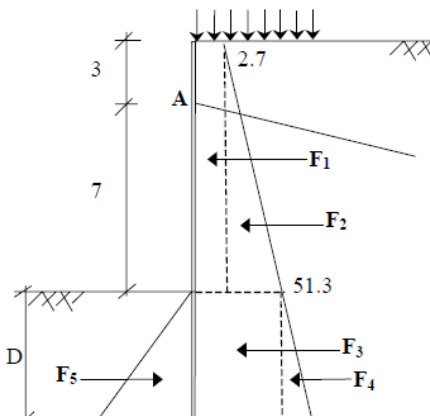
Tabel 2. 9 Hubungan  $\phi$  dan  $D$  menurut Henry

$\phi$	$D$
	2,0 H
25 °	1,5 H
30 °	1,2 H
35 °	0,9 H
40 °	0,7 H

(Sumber: Rekayasa Pondasi I Konstruksi Penahan Tanah)

## 2.7 Dinding Penahan Tanah Tipe Turap

Turap adalah konstruksi yang dapat menahan tanah disekelilingnya, mencegah terjadinya kelongsoran, dan biasanya terdiri dari dinding turap dan penyangganya. Dalam perencanaan turap hendaknya perlu memperhatikan keadaan lapangan yaitu ciri-ciri topografi, kondisi geologi, susunan tanah dilapangan, keadaan bangunan-bangunan yang telah ada, dan besarnya gaya luar seperti tekanan air agar Turap yang direncanakan mampu menahan tanah disekelilingnya sesuai dengan hasil perencanaan.



Gambar 2. 23 Diagram Perhitungan Gaya dan Momen

Setelah menghitung gaya dan momen, hasil perhitungan gaya dan momen dijumlahkan berupa ( $\Sigma F$ ) dan ( $\Sigma M$ ). Kemudian menghitung momen tekuk maksimal ( $M_{max}$ ).

## 2.8 Cofferdam

*Cofferdam* adalah struktur sementara yang dirancang untuk menjaga air dan / atau tanah keluar dari penggalian di mana pilar jembatan atau struktur lainnya dibangun. Saat konstruksi harus dilakukan di bawah tingkat air, *cofferdam* dibangun untuk memberi lingkungan kerja yang kering. Dinding turap di sekitar tempat kerja, ditempatkan untuk mencegah air masuk merembes dari bawah *sheet pile* (dinding turap), dan air dipompa keluar. Kata "*cofferdam*" berasal dari "*coffer*" artinya peti, dengan kata lain

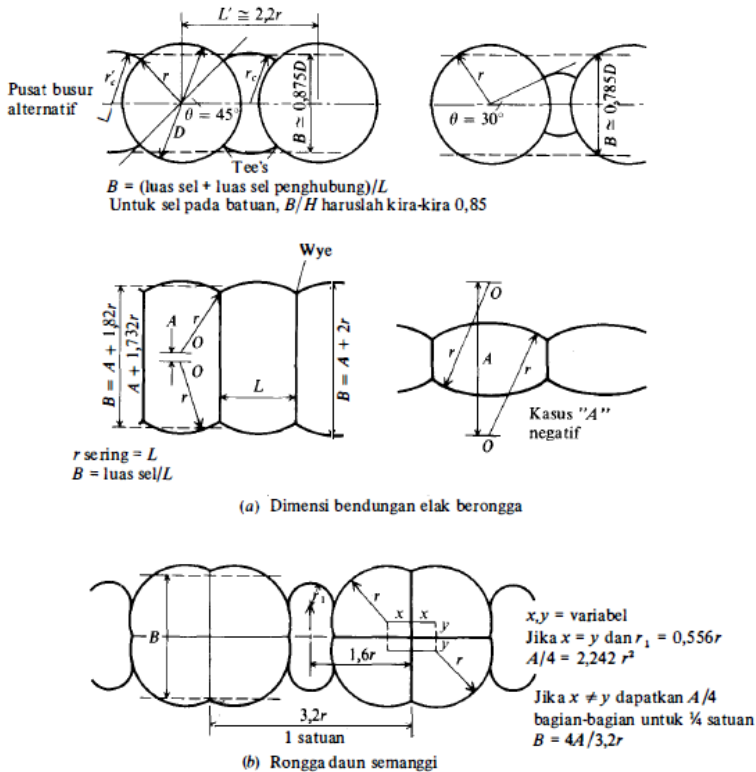
sebuah bendungan berbentuk kotak penyimpan. Pelajaran ini mencakup struktural *cofferdam* sebagai instalasi sementara, menjelaskan secara bertahap detail metode dan bahan yang tepat dan aman untuk digunakan. Ada berbagai jenis *cofferdam*, beberapa digunakan untuk mendukung penggalian dan beberapa adalah kotak tipe tertutup ditempatkan di air.

*Cofferdam* terutama digunakan sebagai konstruksi penahan, dan biasanya bahan yang ditahan adalah air. Kestabilan bendungan elak berongga tersebut tergantung pada interaksi antara tanah yang digunakan untuk mengisi sel dengan dinding papan turap baja. Jika hanya satu saja di antara bahan tersebut yang digunakan maka kestabilan satu cara yang baik untuk mengembangkan sebuah kawasan kerja yang kering di tempat-tempat yang seluruhnya ditutupi air seperti konstruksi bendungan sungai.

Sel-sel berbentuk lingkaran terdiri dari lingkaran-lingkaran yang jari-jarinya berbeda (kadang-kadang jari-jarinya sama) dan saling berpotongan seperti yang diperlihatkan dalam gambar. Sudut perpotongan sel biasanya antara 30 dan 45° (Gambar). Sambungannya seringkali berbentuk T, yakni sudut perpotongannya sebesar 90°, tetapi sudut-sudut lain pun dapat digunakan, sebuah sudut 30° dapat digunakan dan merupakan pemecahan yang lebih baik untuk sel-sel yang mempunyai diameter besar di mana terdapat tegangan pitting T yang tinggi (high T stress).

Kaitan-kaitan dinding papan turap membolehkan penyimpangan maksimum 10° diantara potongan-potongan sel. Hal ini menghasilkan jari-jari sel. Minimum sebesar :

$$R = \frac{\text{Jarak dorongan, } m \text{ atau kaki}}{2 \sin 10^\circ} \quad (2.22)$$



Gambar 2. 24 Jenis-Jenis Dimensi Cofferdam

### 2.8.1 Metode TVA Berongga

Metode TVA memperhatikan hal-hal berikut pada Gambar:

1 . Stabilitas geser (sliding stability). Sebuah bendungan elak harus memberikan tahanan yang cukup terbatas geseran pada dasar yang disebabkan oleh tekanan hidrostatik yang tak diimbangi. Stabilitas geser ( dengan  $SF = 1,0$  ) dipenuhi (Gambar 2.25), dengan mengabaikan setiap tekanan tanah aktif, jika

$$P_d = P_p + P_f \quad (2.23)$$

Faktor keamanan untuk hal yang umum adalah

$$SF = \frac{PP + Pf}{Pd} \quad (2.24)$$

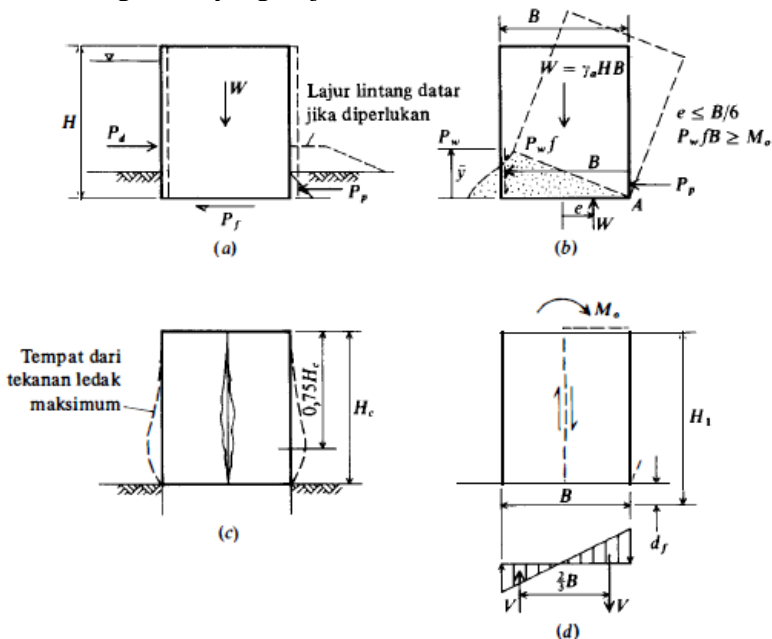
Keterangan :

$P_d$  = gaya pendorong biasanya dari sisi luar air kawasan kerja.

$P_w$  = tahanan geser yang dikembangkan =  $f \cdot w$ .

$P_p$  = tahanan pasip yang dikembangkan. Tergantung pada kedalaman penanaman dinding papan turap. Tanpa adanya penanaman seperti pada batuan, maka faktor ini adalah nol.

Untuk geseran tanah dengan tanah, / dapat diambil sebagai  $\tan \phi$ ; untuk tanah pada batuan licin maka  $\tan \phi$  menggunakan  $f = 0,5$ . Pada batuan kasar  $f = \tan \phi$  sudah memuaskan. Mempelajari hal yang diberikan tersebut perlu untuk memperkirakan suatu nilai koefisien geseran yang wajar.



Gambar 2. 25 Stabilitas Cofferdam



Faktor keamanan haruslah lebih besar dari 1,10. Nilai yang besarnya paling sedikit 1,25 disarankan, jika analisis ini mengontrol ukuran sel. Lajur-lintang datar dapat digunakan untuk menambah tahanan geser. Lajur-lintang datar (berm), dibatasi dalam perencanaan, tidak sepenuhnya membangun tekanan pasif, sehingga se baiknya dianalisis dengan memakai Metode Keping Coba-coba (Trial Wedge Method) dari Bagian. Untuk lajur-lintang datar yang miring, seseorang dapat menggunakan Coulomb KP dengan sudut  $(-\beta)$

2. Stabilitas guling (overturning stability). Bendungan elak tersebut haruslah stabil terhadap keadaan guling. Ada dua kemungkinan, atau jenis analisis yang dapat dibuat bila kita memperhatikan jenis stabilitas ini. Untuk menghindarkan keadaan guling, serta alasan bahwa tanah tidak sanggup menahan gaya tekanan, maka berat resultan harus terletak di bagian tengah yang jaraknya sepertiga dari dasar.

$$e = \frac{P d y}{\gamma_{HB}} \leq \frac{B}{6} \quad (2.25)$$

Maka, semakin tinggi sel terse but semakin besarlah seharusnya le bar sel B. Dalam persamaan ini dan dalam persamaan-persamaan yang akan mengikuti, lebar sel B diartikan sebagai lebar sel rata-rata, seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 2.24.

Sebagai alternatif maka kita boleh menggunakan alasan karena sel tersebut cenderung untuk terbalik (to tip over), maka tanah dituangkan pada tumitnya. Supaya hal ini terjadi maka tahanan geser dari tiang pancang baja dikembangkan pada isi sel. Pada sisi se! Ini maka tekanan air P w mendorong tiang pancang untuk melawan isi sel sehingga gaya geseran per satuan kaki dari lebar sel terse but adalah  $P w \tan \phi$ . Dengan menjumlahkan momenmomen terhadap dasar (toe) dari sel (yakni titik A pada Gambar 2.25):

$$BPw \tan \phi = P_w y$$

$$\text{atau} \quad B = \frac{y}{\tan \delta} \quad (2.26)$$

di mana nilai  $\delta$  merupakan sudut geser antara isi sel dan dinding papan turap dan suku-suku lain diidentifikasi di dalam gambar tersebut. Faktor keamanan dihitung sebagai :

$$F = \frac{B \tan \delta}{y} \quad (2.27)$$

Nilai  $F = 1$  , 1 sampai 1 ,2 5 adalah nilai yang diinginkan.

Jika dinding papan turap ditanam (dimasukkan) sampai ke suatu kedalaman dalam tanah, maka efek dari tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif pada momen guling dan tahanan geser haruslah diikutsertakan di dalam penjumlahan momen terhadap titik A di dalam Persamaan (2.26) yang di atas. Prosedur ini tidak digunakan sekarang oleh TVA (1966), karena cara (atau mode) tersebut kemungkinan besar tidak dijumpai lagi.

3. Geser sel (cell shear). Geser (atau gaya-lintang) sepanjang bidang yang melalui garis tengah sel mungkin suatu bentuk keruntuhan yang lain (Gambar 2.25). Untuk stabilitas, maka tahanan geser sepanjang bidang ini, yakni jumlah tahanan geser tanah dan tahanan di dalam anker, haruslah sama dengan atau lebih besar dari geser (gaya lintang) yang berasal dari efek guling. Dengan melihat kembali pada Gambar 2.25 dan dengan menganggap distribusi tekanan linear melalui dasar sel, maka :

$$M_o = \frac{2}{3} BV \quad (2.28)$$

Dengan menentukan pemecahan geser guling pada bidang yang melalui garis pusat, maka

$$V = 1,5 \frac{M_o}{B} \quad (2.29)$$

Supaya stabil, maka geser penolak haruslah sama dengan atau lebih besar dari nilai ini.

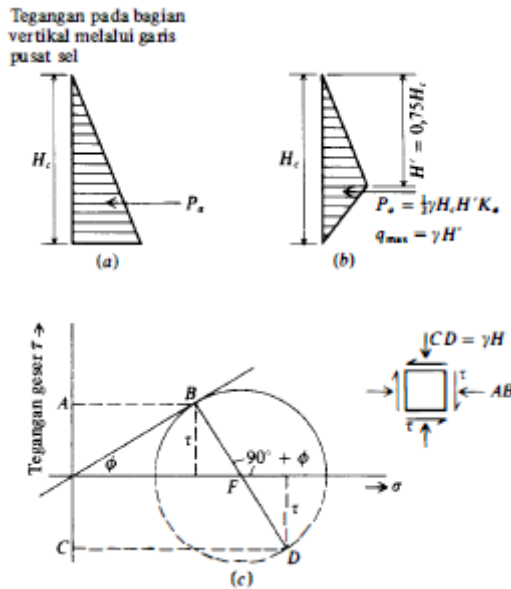
### **Tahanan Geser Tanah**

Tahanan geser tanah (Gambar 2.25) dihitung sebagai :

$$F_s = \frac{1}{2} \gamma H^2 K' \tan \phi \quad (2.30)$$

dengan koefisien tekanan tanah  $K'$  dihitung dari sebuah konstruksi lingkaran Mohr (Gambar 2.26). Perhitungan ini perlu karena tekanan lateral adalah tegangan normal pada bidang vertikal yang mempunyai sebuah tegangan geser (bukan sebuah tegangan utama). Tekanan normal ini dinyatakan oleh ordinat AB pada lingkaran Mohr tersebut. Tegangan pada sebuah bidang sejauh  $90^\circ$  (yakni bidang horisontal) adalah nilai tegangan yang diperlihatkan sebagai CD, yang juga merupakan tekanan vertikal  $\gamma_e H$ . Dari Gambar 2.26 maka jari-jari lingkaran adalah :

$$F B = F D = \frac{A B \sin \phi}{\cos 2 \phi} \quad (2.31)$$



Gambar 2. 26 Tekanan Sel Dalam Stabilitas Sel yang Tiba-Tiba

Menurut definisinya, maka perbandingan tekanan lateral dengan tekanan vertikal adalah koefisien tekanan tanah

$$K' = \frac{AB}{CD} \quad (2.32)$$

Dari Gambar 2.26 jelas bahwa

$$AB = CD - 2FD \sin \emptyset \quad (2.33)$$

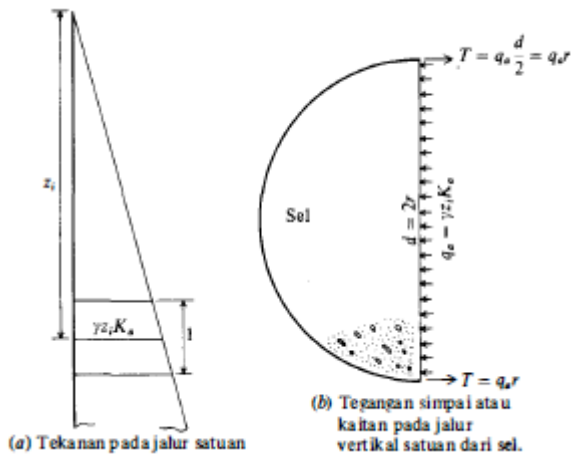
Dengan mensubstitusikan Persamaan (2.32) dan (2.33) ke dalam Persamaan (d) dan memecahkan persamaan tersebut untuk menentukan  $K'$ , maka kita dapatkan

$$K' = \frac{\cos 2 \emptyset}{2 - \cos 2 \emptyset} \quad (2.34)$$

### Tegangan Kaitan/Tahanan Geser

Gesekan dalam sambungan-sambungan kaitan hams diatasi serempak supaya terjadi distorsi geser vertikal. Gaya tegangan kaitan pada beberapa kedalaman  $z_i$  dihitung dengan menggunakan persamaan tegangan simpai konvensional :

$$T = \gamma z_i K_a \frac{d}{2} = q_a r \quad (2.35)$$



Gambar 2. 27 Gaya Tegangan Kaitan

Tekanan lateral bertambah menurut kedalaman, gaya tegangan-simpai (hooptension) untuk suatu sel dengan kedalaman  $H$  adalah:

$$T = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a r \quad (2.36)$$

Diagram tekanan segitiga biasanya digunakan untuk mendapatkan gaya tegangan simpai yang menghasilkan (dengan menggunakan Gambar 2.26)

$$T = 0,5 H_1 (0,75 \gamma H_1 K_a) r \quad (2.37)$$

Kita mungkin menggunakan sebuah distribusi tekanan parabolik, tetapi ini memberikan kira-kira penambahan sebesar sepertiga dalam tegangan simpai yang dihitung 0,67 sebagai ganti dari 0,5

Gaya gesekan kaitan dengan menggunakan Persamaan (h) dan untuk sebuah lebar sel satuan adalah

$$F_s = \frac{Tf}{L} = 0,375 \gamma H_1^2 K_a \frac{r}{L} f \quad (2.38)$$

Dimana koefisien gesekan kaitan biasanya diambil sebesar  $f = 0,3$ . Pengujian-pengujian pada sambungan-sambungan logam berbaut (bolted metal joints) yang berkekuatan tinggi menghasilkan  $f$  dari 0,35 sampai 0,45 sehingga penggunaan  $f = 0,3$  kelihatannya merupakan suatu hal yang layak. Jarak  $L$  untuk mendapatkan gaya/lebar satuan adalah setengah dari jarak di antara dinding-dinding silang untuk sel-sel diafragma dan jari-jari  $r$  untuk sel-sel berbentuk lingkaran, karena  $T$  adalah gaya yang didasarkan pada  $r$  [lihat Persamaan (2.36)] .

Nilai  $F$ ; untuk sel berbentuk daun semanggi dapat dihitung dengan cara yang serupa. Kita perhatikan bahwa tiga dinding pengangkat tegangan kaitan yang besarnya  $q_{ar}$  dari jarak  $L$  adalah  $3,2r$  dari Gambar 2.24. Dari sini kita dapatkan tegangan kaitan/satuan lebar sebagai

$$F_s = \frac{3 Tf}{3,2 r} = \frac{0,94 Tf}{r} \quad (2.39)$$

Tegangan geser sel total mengkombinasikan Persamaan (2.30) dan (2.39) bagi sel berbentuk lingkaran untuk mendapatkan

$$F_{st} = 0,5 \gamma H_c K' \tan \phi + 0,375 \gamma H_1^2 K_a \frac{r}{L} f \quad (2.40)$$

Faktor keamanan untuk analisa geser vertikal dengan  $V$  dari Persamaan (2.29) adalah

$$F = \frac{F_{st}}{V} = F_{st} \frac{2B}{3Mo} \quad (2.41)$$

Faktor keamanan seharusnya di antara 1,1 dan 1,25. Perhatikan bahwa pemakai rumus harus menyisipkan nilai-nilai  $H_1$  dan  $H_c$  dengan tepat berdasarkan pada kondisi-kondisi penanaman dinding papan turap.

4. Stabilitas terhadap tekanan yang mendadak besar (bursting stability). Sel-sel tersebut haruslah stabil terhadap tekanan yang mendadak besar. Tempat-tempat kritis terdapat pada sambungan-sambungan kaitan dan dalam bentuk huruf T atau huruf Y yang digunakan untuk busur-busur penghubung. Tekanan yang mendadak besar pada suatu kedalaman  $z_i$  dalam sel adalah

$$q_t = q_h + q_w \quad (2.42)$$

Dimana:

$q_h$  = tekanan lateral efektif yang disebabkan oleh tanah =  $\gamma_e z_i K_a$

$q_w$  = tekanan hidrostatis =  $\gamma_w Z_i$

Gaya yang terjadi secara mendadak per satuan tinggi dengan  $q_t$  dari Persamaan (2.42) adalah

$$T = q_t r \quad (2.43)$$

Penjumlahan gaya-gaya memberikan tegangan kaitan sebagai

$$T' = q_t L \sec \phi \quad (2.44)$$

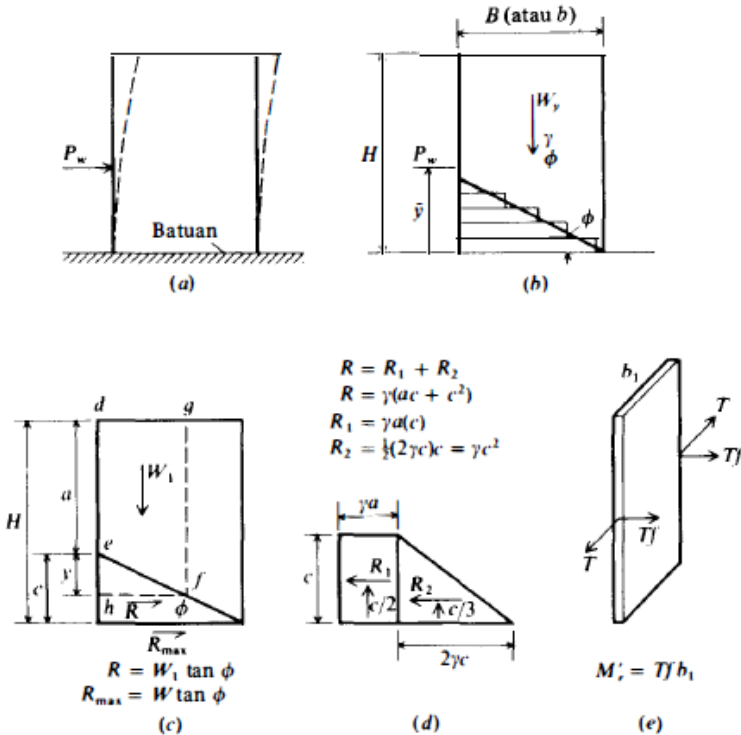
Tabel 2. 10 Potongan Papan Turap Yang Biasa Dipakai Untuk Cofferdam

Penunjukan AISI 1971	Bagian Sekarang 1987	Tegangan Kaitan yang digaransi (kN/m)	SF kaitan	Gesekan kaitan $f$
PS A23, PS A 28	PS A23	12 (2100)	4,8	0,3
PS 28, PS 32	PS 27,5 ; PS 31	16 (2800) 28 (4900)	2 2	0,3 0,3

### 2.8.2 Metode Cummings

Cummings (1960) mengusulkan sebuah metode analisis tentang bendungan elak sel berdasarkan suatu penyelidikan model untuk kemiringan (tilting) sebuah bendungan elak pada batuan. seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 1 5-8 . Analisis dari bahan yang relatif kaku untuk ukuran model, mungkin tak realistis bila diliubungkan dengan bagian-bagian dinding papan turap lentur serta dengan dimensi dari konstruksi medan (lapangan). Menurut

TVA, mereka telah mengkaji beberapa model yang pembuatannya tidak dipublikasikan yang serupa dengan (dan lebeli dulu dari) model Cummings dengan jenis kegagalan yang sama. Cummings tinggal mengembangkan metode analitik yang disajikan di sini. Metode ini sangat sederhana sekali dan telah berhasil digunakan dalam perencanaan beberapa bendungan elak.



Gambar 2. 28 Analisa Kemiringan

Dengan melihat kembali Gambar 2.28, maka berat tanah yang menutupi (atau melapisi) segitiga, daerah  $d_{efg}$  menghasilkan  $W_1$ , ditambah berat tanah yang termasuk dalam segitiga  $e_{fh}$  adalah

$$W_1 = \gamma (a + y)y \cot \phi \quad (2.45)$$

Tahanan geser yang dikembangkan oleh  $W_1$  sepanjang bidang horisontal  $h_1$  adalah

$$R = W_1 \tan \phi = Y (ay + y^2) \quad (k) \quad (2.46)$$

Nilai maksimum  $R$  terdapat bila  $y$  maksimum. Hal ini terjadi bila  $y = c$ , atau

$$c = B \tan \phi \quad (2.47)$$

Melalui pemeriksaan geometri dari soal-soal tersebut maka dihasilkan

$$a = H - c \quad (2.48)$$

Dengan mensubstitusikan nilai-nilai Persamaan (2.47) untuk  $y$  dan Persamaan (2.48) untuk  $a$  ke dalam Persamaan (2.46) dan dengan menggunakan  $R_{\text{maks}}$  untuk gaya maksimum, maka

$$R_{\text{maks}} = Y B H \tan \phi \quad (2.49)$$

Gaya  $R$  dapat ditafsirkan terdiri dari dua bagian,  $R_1$  dan  $R_2$  (Gambar 2.28), dengan melihat kembali Persamaan (2.46). Dengan menggunakan  $y = c$ , maka gaya-gaya ini adalah

$$R_1 = Y a c \quad R_2 = Y c^2 \quad (2.50)$$

Gaya  $R_1$  diperkirakan sebagai luas sebuah persegi panjang yang tingginya  $c$  dan dasarnya  $Ya$ . Gaya  $R_2$  adalah luas sebuah segitiga yang tingginya  $c$  dan dasarnya  $2Yc$ . Konsep ini digunakan sehingga momen-momen yang menahan kedua gaya ini dapat dihitung sebagai dan momen yang menahan tanah total  $M$ , adalah

$$M_r = M_1 + M_2 \quad (2.51)$$

Dengan menuliskannya kembali dan dengan melakukan substitusi, maka momen yang menahan tanah total adalah

$$M_r = \frac{Yac^2}{2} + \frac{Yc^3}{3} \quad (2.52)$$

Tahanan lentur dari tiang pancang yang disebabkan oleh efek-efek kaitan (Gambar 2.28) dihitung dari tekanan yang terjadi tiba-tiba (bursting pressure)

$$T = \frac{1}{2} Y H^2 K_a r = Pr \quad (2.53)$$

Tekanan yang terjadi tiba-tiba ini, dikombinasikan dengan gesekan kaitan, akan menghasilkan sebuah kopel, seperti diperlihatkan dalam gambar untuk sebuah tiang pancang yang lebarnya  $b_1$ , dari



$$M'_r = Tfb_1 = Prfb_1 \quad (2.54)$$

Ada  $n$  tiang pancang dengan lebar rata-rata  $b$  (atau  $B$ ) dari sebuah sel, dan karena analisis tersebut adalah untuk sebuah jalur sel yang lebarnya 1 kaki (foot), maka momen  $M''_r$  untuk sebuah jalur adalah

$$M''_r = \frac{Prfnb_1}{r} \text{ atau karena } nb_1 = b \quad M''_r = Pfb \quad (2.55)$$

Momen penahan total  $M_{tr}$  yang dikembangkan dari tanah dan tahanan tiang pancang adalah

$$\begin{aligned} M_{tr} &= M_r + M''_r \\ &= \frac{\gamma_{ac}^2}{2} + \frac{\gamma_{c3}}{3} + Pfb \end{aligned} \quad (2.56)$$

Faktor keamanan yang melawan keadaan guling adalah perbandingan momen penahan sel  $M_{tr}$  terhadap momen guling  $M_o$ , atau

$$SF = \frac{M_{tr}}{M_o} \quad (2.57)$$

Kestabilan terhadap geseran dalam metode Cummings dihitung seperti dalam Persamaan (2.24).

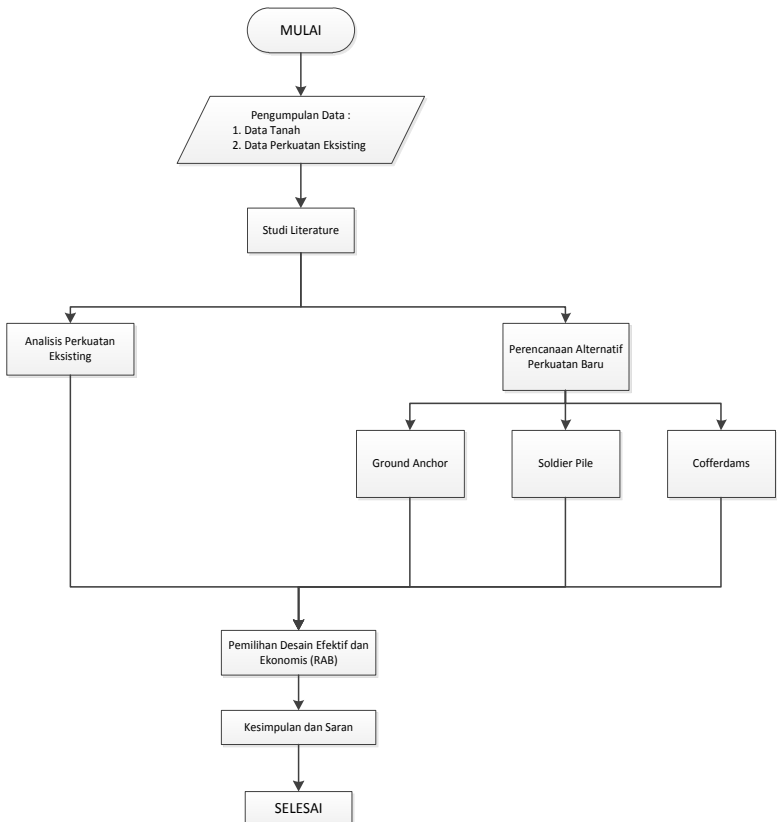
## **BAB III**

## **METODOLOGI**

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Diagram Alir Penyelesaian Proposal Tugas Akhir

Tahapan yang dilakukan dalam analisis tanah dan kekuatan pada Pengendalian Banjir Air Rob Kota Semarang adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Proposal Tugas Akhir

### 3.2 Metodologi Pengerjaan Proposal Tugas Akhir

Dari diagram alur tersebut, metodologi yang dipakai dalam penyusunan Proposal tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Pengumpulan Data Proposal Tugas Akhir

Mengumpulkan data tanah dan topografi/elevasi serta data perencanaan perkuatan eksisting yang didapat dari Laboratorium Mekanika Tanah Unisulla.

Data umum:

- a. Tipe Bangunan : Dinding Penahan Tanah
- b. Lokasi : Jl. Kaligawe Km. 4 Kota Semarang 50012
- c. Perkuatan Eksisting : *Sheet pile*

Data tanah yang diperoleh dari area eksisting tersebut terdiri dari:

- a. Data tanah hasil tes sondir
- b. Data hasil uji bobot isi tanah
- c. Data gambar berupa layout, kontur, dan potongan/*cross section* kondisi eksisting

#### 2. Studi Literatur

Mencari studi literatur yang berkaitan dengan topik Proposal Tugas Akhir mengenai perkuatan dinding penahan tanah menggunakan *Ground Anchor*, *Soldier Pile* dan *Cofferdam*. Literatur yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Wahyudi, Herman, 1999, Daya Dukung Pondasi Dangkal.FTSP ITS, Surabaya .  
Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Bowles, J.E., 1993. *Analisis dan Desain Pondasi*. Diterjemahkan oleh Fernando & P. Silaban. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Das, B.M., 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid I. Diterjemahkan oleh N. Endah & I. B.
- Mochtar. Jakarta: Penerbit Erlangga. Das, B. M. (1993). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa*

*Geoteknis*). (N. Endah & I. B. Mochtar, Eds.) (Jilid 2). Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Hardiyatmo, H.C., 2010. *Analisis dan Perancangan Fondasi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press, pp. 1–9..
- Hardiyatmo, H.C., 1994. *Mekanika Tanah 2*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum.

#### **4. Analisis Perkuatan Eksisting**

Melakukan analisa perkuatan *sheet pile* dari beton bertulang yang telah terpasang

#### **5. Analisis Perkuatan Baru dengan Kondisi Terkritik**

Melakukan analisa perkuatan baru dengan kondisi terkritik (sesuai dengan kondisi lapangan) menggunakan *Ground Anchor, Soldier Pile*. Dan *Cofferdams*

- ☐ Perkuatan menggunakan *Ground Anchor*
  - Merencanakan jumlah *anchor* yang dibutuhkan.
  - Merencanakan panjang *anchor* yang dibutuhkan.
  - Menghitung kekuatan tarik dari *anchor*.
- ☐ Perkuatan menggunakan *Soldier Pile*
  - Menentukan dimensi *Soldier Pile* yang akan dipasang.
  - Merencanakan kedalaman *Soldier Pile* yang harus dipasang.
- ☐ Perkuatan menggunakan *Cofferdam*

#### **6. Pemilihan Desain yang Efektif dan Ekonomis**

Membandingkan desain perkuatan paling efektif dan ekonomis dengan pertimbangan:

- a. Biaya/harga
- b. Lama waktu pekerjaan
- c. Keamanan pada saat pelaksanaan

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**BAB IV**  
**ANALISA DATA TANAH DAN**  
**EKSISTING**

## **BAB IV**

### **ANALISA DATA TANAH DAN EKSISTING**

#### **4.1 Analisa Data Tanah**

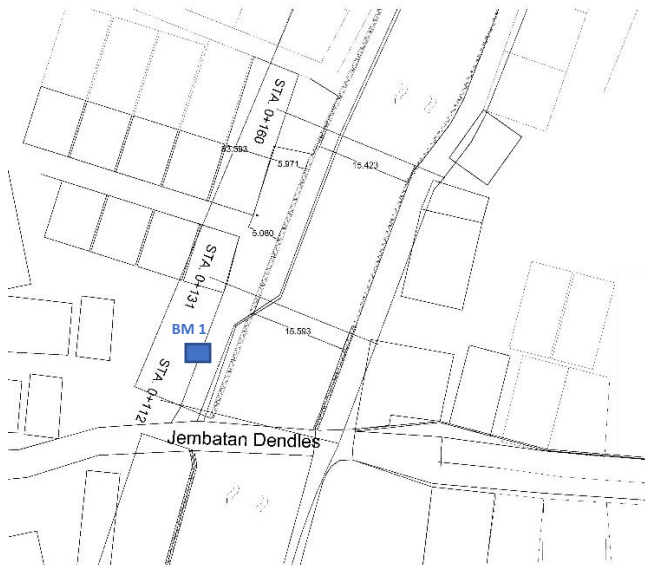
Data tanah yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data bor log dan laboratorium dari laporan hasil penyelidikan tanah pada proyek Pengendalian Banjir Air Rob 2 Kota Semarang, yang dilakukan oleh Unisulla Semarang pada tahun 2017. Data bor log yang tersedia merupakan hasil pekerjaan penyelidikan tanah yang meliputi pemboran di 1 (satu) titik dengan menggunakan mesin bor, kedalaman pengeboran sampai -50,00 meter. Pengambilan contoh data tanah dilaksanakan pada tanah kedalaman -5,00 m, -10,00 m, -15,00 m, -20,00 m, -25,00 m, -30,00 m, -35,00 m, -40,00 m, -45,00 m, dan -50,00 m pada titik Bor baik contoh tanah terganggu (disturb sample) maupun contoh tanah tidak terganggu (undisturb sample). Contoh tanah ini dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian lebih lanjut. Pemeriksaan laboratorium untuk mengetahui pecobaan indeks pengenalan, analisa ukuran butiran, percobaan kekuatan geser langsung dan percobaan batas-batas atterbeg.

Data hasil pengamatan boring pada lokasi BM.01, untuk kode lokasi pengamatan data tanah sampai kedalaman 50 meter (Lampiran 1), hasil penyelidikan laboratorium sampai kedalaman 25 meter (Lampiran 2), data topografi tanah (Lampiran 3), hasil summary of soil data sampai kedalaman 50 meter (Lampiran 4) dan hasil borelog sampai kedalaman 50 meter (Lampiran 5)



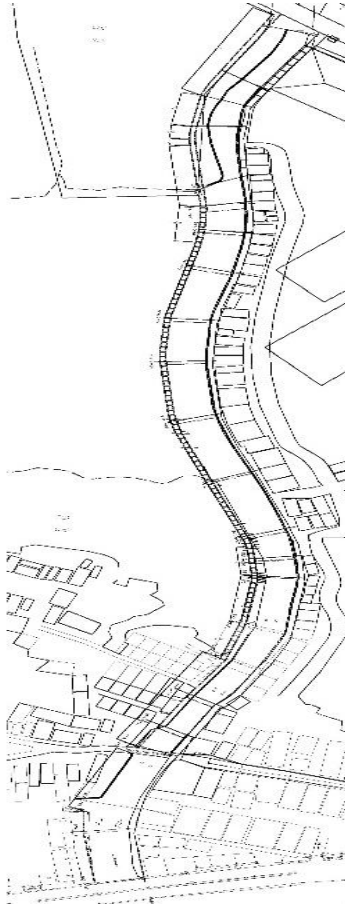
#### 4.1.1 Lokasi Data Tanah

Lokasi pengujian data tanah berada pada jembatan deandless di jalan tenggang raya, seperti pada Gambar 4.1



Gambar 4. 1 Lokasi Pengambilan Data Tanah

Berikut adalah area yang dibangun dinding penahan tanah (Sheet Pile) pada lokasi Kali Tenggang, seperti pada Gambar 4.2



Gambar 4. 2 Area Pembangunan Sheet Pile

#### 4.1.2 Penyelidikan Lapisan Tanah

Hasil penyelidikan lapisan tanah berdasarkan uji  $N_{SPT}$  dapat dilihat konsistensi tanah seperti pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Hubungan Kedalaman serta  $N_{spt}$  dengan Konsistensi Tanah

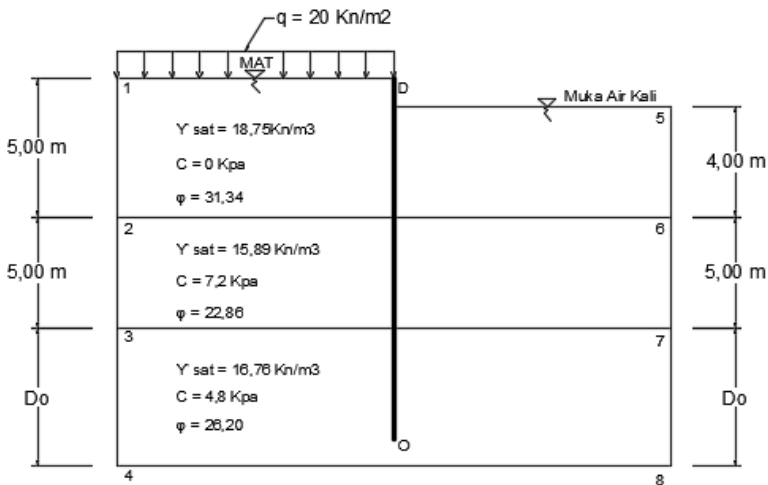
Depth (m)	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )		c	$\Phi$	$N_{SPT}$	Konsistensi Tanah
	$\gamma_m$	$\gamma_d$				
0 - 5	1.875	1.445	0.109	31.34	18	Medium Sand
6 - 10	1.589	1.018	0.072	22.86	5	Loose Sand
11 -15	1.676	1.105	0.048	26.20	3	Very Soft Clay
16 - 20	1.659	0.950	0.076	21.72	5	Soft Clay
21 - 25	1.607	0.939	0.072	26.20	6	Medium Clay
26 - 30	1.713	1.160	0.499	28.32	13	Medium Sand
31 - 35	1.704	1.168	0.592	31.34	14	Medium Sand
36 - 40	1.786	1.229	0.392	34.19	18	Medium Sand
41 - 45	1.836	1.301	0.241	45.86	34	Dense Sand
46 - 50	1.901	1.361	0.342	47.75	38	Stiff Clay

Penyelidikan tanah diuji hingga kedalaman 50 meter, untuk mengetahui kedalaman beberapa lapisan tanah sesuai dengan nilai  $N_{SPT}$

## 4.2 Analisa Kondisi Eksisting Single Sheet Pile

Kondisi pada eksisting mempunyai  $q_{\text{asumsi}} = 20 \text{ kN/m}^2$  yang diakibatkan hunian pada permukaan tanah, dan memiliki tinggi muka air tanah di permukaan tanah (kondisi terkritik). Untuk beda tinggi elevasi muka air Kali Tenggara dengan permukaan tanah yaitu berkisar 1 meter dan memiliki kedalaman Kali 4 meter hingga dasar permukaan Kali.

Analisa kondisi eksisting berikut ini merupakan analisa perhitungan perkuatan turap pada Kali Tenggara menggunakan material sheet pile dengan data tiap lapisan tanah sesuai pada Gambar 4.3



Gambar 4. 3 Kondisi Lapisan Tanah

- Lapisan tanah 1
  - $\gamma_{\text{sat}} = 1,875 \text{ gr/cm}^3 = 18,750 \text{ kN/m}^3$
  - $C = 0 \text{ kg/cm}^2 = 0 \text{ kPa}$
  - $\Phi = 31,34$
- Lapisan tanah 2
  - $\gamma_{\text{sat}} = 1,589 \text{ gr/cm}^3 = 15,890 \text{ kN/m}^3$
  - $C = 0,072 \text{ kg/cm}^2 = 7,2 \text{ kPa}$
  - $\Phi = 22,86$
- Lapisan tanah 3
  - $\gamma_{\text{sat}} = 1,676 \text{ gr/cm}^3 = 16,760 \text{ kN/m}^3$
  - $C = 0,048 \text{ kg/cm}^2 = 4,8 \text{ kPa}$
  - $\Phi = 26,20$

#### 4.2.1 Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah

Koefisien tekanan tanah aktif dan pasif diperoleh dengan menggunakan rumus Rankine yaitu :

- a. Koefisien tekanan tanah aktif menggunakan rumus 2.2

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\Phi}{2} \right)$$

- Data Tanah Lapisan 1

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\Phi}{2} \right) = 0,316$$

Data Tanah Lapisan 2

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\Phi}{2} \right) = 0,440$$

Data Tanah Lapisan 3

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\Phi}{2} \right) = 0,387$$

- b. Koefisien tekanan tanah pasif menggunakan rumus 2.4

$$K_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\Phi}{2} \right)$$

Data Tanah Lapisan 1

$$Kp = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right) \\ = 3,168$$

Data Tanah Lapisan 2

$$Kp = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right) \\ = 2,271$$

Data Tanah Lapisan 3

$$Kp = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right) \\ = 2,581$$

#### 4.2.2 Perhitungan Tekanan Vertikal Tanah

$$\sigma_v = (\gamma_{sat} - \gamma_w) \cdot h$$

$$q = 20 \text{ Kn/m}^2$$

##### 1. Tekanan Tanah Vertikal Aktif

- Titik 1

$$\sigma_{v1} = q = 20 \text{ kN/m}^2$$

- Titik 2

$$\sigma_{v2} = \sigma_{v1} + (\gamma_{sat} - \gamma_w) \cdot h_1 \\ = 20 + (18,75 - 9,81) \cdot 5 \\ = 64,7 \text{ kN/m}^2$$

- Titik 3

$$\sigma_{v3} = \sigma_{v2} + (\gamma_{sat} - \gamma_w) \cdot h_2 \\ = 64,7 + (15,89 - 9,81) \cdot 4 \\ = 95,1 \text{ kN/m}^2$$

- Titik 4

$$\sigma_{v4} = \sigma_{v3} + (\gamma_{sat} - \gamma_w) \cdot h_3 \\ = 95,1 + (15,960 - 9,81) \cdot (D_o - 5) \\ = 6,950 D_o + 60,350 \text{ kN/m}^2$$

##### 2. Tekanan Tanah Vertikal Pasif

- Titik 5

$$\sigma_{v5} = 0 \text{ kN/m}^2$$

- Titik 6  
 $\sigma_v6 = 0 \text{ kN/m}^2$
- Titik 7  

$$\begin{aligned}\sigma_v7 &= \sigma_v6 + (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) \cdot h_2 \\ &= 0 + (15,890 - 9,81) \cdot 4 \\ &= 30,4 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$
- Titik 8  

$$\begin{aligned}\sigma_v8 &= \sigma_v7 + (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) \cdot h_3 \\ &= 30,4 + (16,760 - 9,81) \cdot (D_o - 5) \\ &= 6,950 D_o - 4,350 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Tabel 4. 2 Hasil Tekanan Vertikal Tanah

Titik	$\gamma_{\text{sat}}$ (Kn/m <sup>3</sup> )	$\gamma_w$ (Kn/m <sup>3</sup> )	h (m)	$\sigma_v$ (Kn/m <sup>2</sup> )
1	-	-	-	20
2	18,750	9,81	5	64,7
3	15,890	9,81	5	95,1
4	16,760	9,81	$D_o$	$6,950 D_o + 60,350$
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-
7	15,890	9,81	5	30,4
8	16,760	9,81	$D_o$	$6,950 D_o - 4,35$

### 4.2.3 Perhitungan Tekanan Horizontal Tanah

$$\sigma_{h \text{ Aktif}} = \sigma_v \cdot Ka - 2 \cdot c \cdot \sqrt{Ka}$$

$$\sigma_{h \text{ Pasif}} = \sigma_v \cdot Kp + 2 \cdot c \cdot \sqrt{Ka}$$

#### 1. Tekanan Tanah Horizontal Aktif

- Titik 1

$$\sigma_{h1} = \sigma_{v1}$$

$$= 20 \text{ kN/m}^2$$

- Titik 2 atas

$$\sigma_{h2 \text{ atas}} = (\sigma_{v2} \cdot Ka1) - (2 \cdot c \cdot 1 \cdot \sqrt{Ka1})$$

$$= (64,7 \cdot 0,316) - (2 \cdot 0 \cdot \sqrt{0,316})$$

$$= 20,425 \text{ kN/m}^2$$

- Titik 2 bawah

$$\sigma_{h2 \text{ bawah}} = (\sigma_{v2} \cdot Ka2) - (2 \cdot c \cdot 2 \cdot \sqrt{Ka2})$$

$$= (64,7 \cdot 0,440) - (2 \cdot 7,2 \cdot \sqrt{0,440})$$

$$= 18,938 \text{ kN/m}^2$$

- Titik 3 atas

$$\sigma_{h2 \text{ atas}} = (\sigma_{v3} \cdot Ka2) - (2 \cdot c \cdot 2 \cdot \sqrt{Ka2})$$

$$= (95,1 \cdot 0,440) - (2 \cdot 7,2 \cdot \sqrt{0,440})$$

$$= 32,327 \text{ kN/m}^2$$

- Titik 3 bawah

$$\sigma_{h3 \text{ bawah}} = (\sigma_{v3} \cdot Ka3) - (2 \cdot c \cdot 3 \cdot \sqrt{Ka3})$$

$$= (95,1 \cdot 0,387) - (2 \cdot 4,8 \cdot \sqrt{0,387})$$

$$= 30,869 \text{ kN/m}^2$$

- Titik 4 atas

$$\sigma_{h4 \text{ atas}} = (\sigma_{v4} \cdot Ka3) - (2 \cdot c \cdot 3 \cdot \sqrt{Ka3})$$

$$= ((6,950 \text{ Do} + 60,350) \cdot 0,387) -$$

$$(2 \cdot 4,8 \cdot \sqrt{0,387})$$

$$= 2,692 \text{ Do} + 17,406 \text{ kN/m}^2$$

#### 2. Tekanan Tanah Horizontal Pasif

- Titik 5

$$\sigma_{h5} = 0 \text{ kN/m}^2$$



- Titik 6 bawah  

$$\sigma_{h6} \text{ bawah} = (\sigma_{v6} \cdot K_{p2}) + (2 \cdot c \cdot 2 \cdot \sqrt{K_{p2}})$$

$$= (0 \cdot 2,271) + (2 \cdot 7,2 \cdot \sqrt{2,271})$$

$$= 21,698 \text{ kN/m}^2$$
- Titik 7 atas  

$$\sigma_{h7} \text{ atas} = (\sigma_{v7} \cdot K_{p2}) - (2 \cdot c \cdot 2 \cdot \sqrt{K_{p2}})$$

$$= (30,4 \cdot 2,271) - (2 \cdot 7,2 \cdot \sqrt{2,271})$$

$$= 90,722 \text{ kN/m}^2$$
- Titik 7 bawah  

$$\sigma_{h7} \text{ bawah} = (\sigma_{v7} \cdot K_{p3}) + (2 \cdot c \cdot 3 \cdot \sqrt{K_{p3}})$$

$$= (30,4 \cdot 2,581) + (2 \cdot 4,8 \cdot \sqrt{2,581})$$

$$= 93,887 \text{ kN/m}^2$$
- Titik 8 atas  

$$\sigma_{h8} \text{ atas} = (\sigma_{v8} \cdot K_{p3}) - (2 \cdot c \cdot 3 \cdot \sqrt{K_{p3}})$$

$$= ((6,950 D_o - 4,350) \cdot 2,581) -$$

$$(2 \cdot 4,8 \cdot \sqrt{2,581})$$

$$= 17,938 D_o + 4,195 \text{ kN/m}^2$$

Tabel 4. 3 Hasil Tekanan Horizontal Tanah

Titik		$\sigma_v$ (Kn/m2)	Ka	Kp	c	$\sigma_h$ (Kn/m2)
1		20	-	-	-	20
2	a	64,7	0,316	-	0	20,425
	b	64,7	0,440	-	7,2	18,938
3	a	95,1	0,440	-	7,2	32,327
	b	95,1	0,387	-	4,8	30,869
4 a		6,950 Do+60,350	0,387	-	4,8	2,692 Do+ 17,406
5		0	-	-	-	0
6 b		0	-	2,271	7,2	21.698
7	a	30,4	-	2,271	7,2	90,722
	b	30,4	-	2,581	4,8	93,887
8a		6,950 Do – 4,350	-	2,581	4,8	17,938Do+4,195

#### 4.2.4 Perhitungan Tekanan Horizontal Akibat Air

$$u_h = \gamma_w \cdot h \cdot K_w$$

##### 1. Tekanan Air Horizontal Aktif

- Titik 1

$$\begin{aligned} u_{h1} &= \gamma_w \cdot h \cdot K_w \\ &= 9,81 \cdot 0 \cdot 1 \\ &= 0 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Titik 2

$$\begin{aligned} u_{h2} &= \gamma_w \cdot h_1 \cdot K_w \\ &= 9,81 \cdot 5 \cdot 1 \\ &= 49,05 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Titik 3

$$\begin{aligned} u_{h3} &= \gamma_w \cdot h_2 \cdot K_w \\ &= 9,81 \cdot 10 \cdot 1 \\ &= 98,1 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Titik 4

$$\begin{aligned} u_{h4} &= \gamma_w \cdot h_3 \cdot K_w \\ &= 9,81 \cdot (10 + (D_o - 5)) \cdot 1 \\ &= 9,81 D_o + 49,05 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

##### 2. Tekanan Air Horizontal Pasif

- Titik 5

$$\begin{aligned} u_{h5} &= \gamma_w \cdot h_5 \cdot K_w \\ &= 9,81 \cdot 0 \cdot 1 \\ &= 0 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Titik 6

$$\begin{aligned} u_{h6} &= \gamma_w \cdot h_6 \cdot K_w \\ &= 9,81 \cdot 4 \cdot 1 \\ &= 39,24 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Titik 7

$$\begin{aligned} u_{h7} &= \gamma_w \cdot h_7 \cdot K_w \\ &= 9,81 \cdot 9 \cdot 1 \\ &= 88,29 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Titik 8

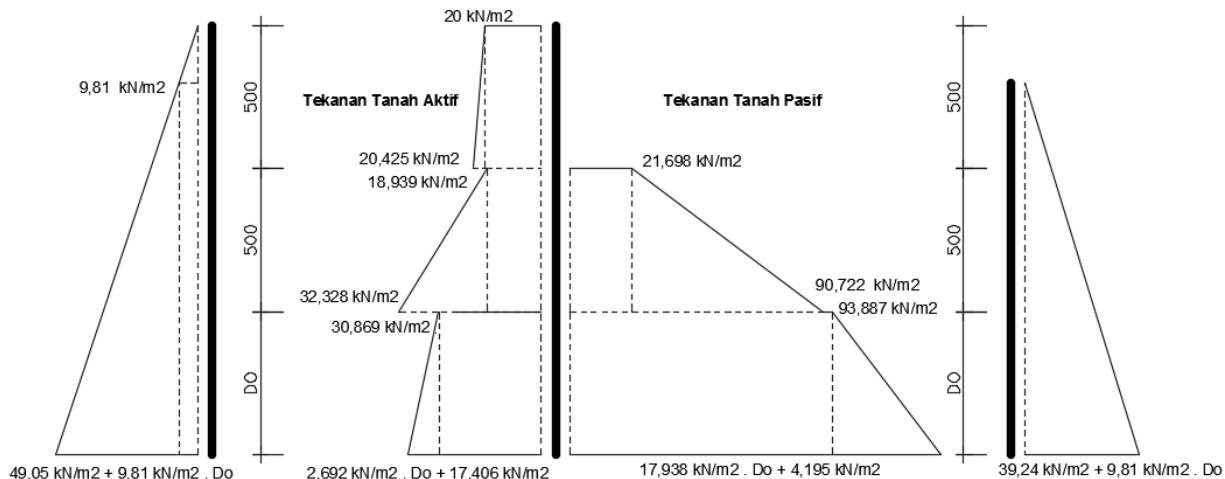
$$\begin{aligned}
 u_{h8} &= \gamma_w \cdot h_8 \cdot K_w \\
 &= 9,81 \cdot (9 + (D_o - 5)) \cdot 1 \\
 &= 9,81 D_o + 39,24 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 4 Hasil Tekanan Horizontal Air

Titik	$\gamma_w$	h	$K_w$	$u_h$
1	9,81	0	1	0
2	9,81	5	1	49,05
3	9,81	10	1	98,1
4	9,81	$10 + (D_o - 5)$	1	$9,81 D_o + 49,05$
5	9,81	0	1	0
6	9,81	4	1	39,24
7	9,81	9	1	88,29
8	9,81	$9 + (D_o - 5)$	1	$9,81 D_o + 39,24$

#### 4.2.5 Diagram Tekanan

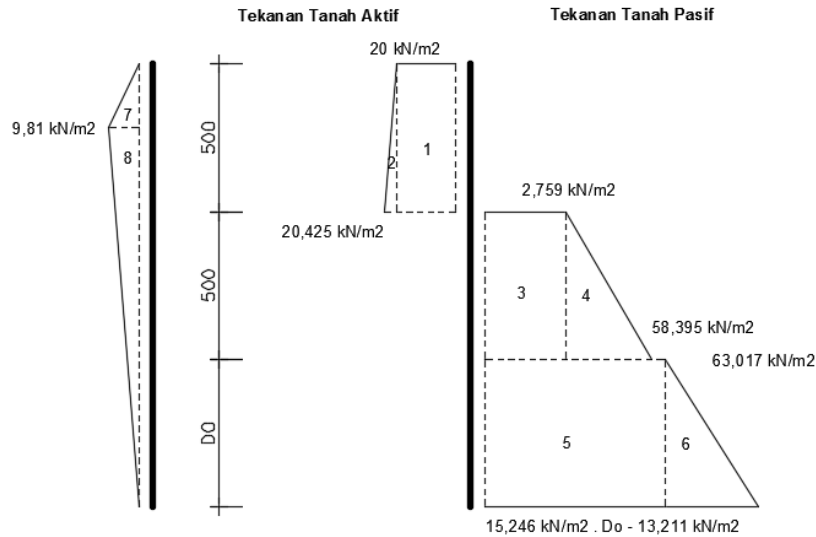
Pada Gambar 4.4 Dapat dilihat hasil dari perhitungan tekanan tanah lateral pada turap kantilever di Kali Tenggara



Gambar 4. 4 Diagram Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif, Serta Tekanan Air Aktif Dan Pasif

#### 4.2.6 Hasil Diagram Tekanan

Pada Gambar 4.5 Dapat dilihat hasil dari penjumlahan perhitungan tekanan tanah lateral antara tekanan aktif dikurang dengan tekanan pasif pada turap kantilever



Gambar 4. 5 Diagram Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif, Serta Tekanan Air Aktif Dan Pasif

#### 4.2.7 Perhitungan Gaya dan Momen Terhadap Turap

Untuk hasil perhitungan gaya aktif dan gaya pasif dapat dilihat pada Tabel 4.5 , serta untuk perhitungan momen yang terjadi pada turap dapat dilihat pada Tabel 4.6 Sebagai berikut :

1. Perhitungan gaya aktif
  - $P1 = 20 \text{ kN/m}^2 \cdot 5 \text{ m}$   
 $= 100 \text{ kN/m}$
  - $P2 = 0,425 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 \cdot 5 \text{ m}$   
 $= 1,062 \text{ kN/m}$
  - $Pw7 = 9,81 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 \cdot 1 \text{ m}$   
 $= 4,905 \text{ kN/m}$
  - $Pw8 = 9,81 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 \cdot (4+Do)$   
 $= 19,62 \text{ kN/m} + 4,905 Do$
2. Perhitungan gaya pasif
  - $P3 = 2,759 \text{ kN/m}^2 \cdot 5 \text{ m}$   
 $= 13,797 \text{ kN/m}$
  - $P4 = 53,897 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 \cdot 5 \text{ m}$   
 $= 134,742 \text{ kN/m}$
  - $P5 = 60,933 \text{ kN/m}^2 \cdot (Do-5)$   
 $= 60,933 \text{ kN/m } Do - 304,669 \text{ kN/m}$
  - $P6 = (15,246 Do - 13,211 + 60,933) \cdot (0,5 (Do-5))$   
 $= 7,622 Do^2 - 75,186 Do + 185,360$
3. Perhitungan momen aktif
  - $P1' = P1 (0.5 \cdot (5+Do))$   
 $= 250 \text{ kN.m} + 50 \text{ kN.m } Do$
  - $P2' = P2 (1/3 \cdot (5+Do))$   
 $= 1,771 \text{ kN.m} + 0,354 \text{ kN.m } Do$
  - $Pw7' = Pw7 (1/2 \cdot 1 \text{ m} + (4+Do))$   
 $= 22,0725 \text{ kN.m} + 4,905 \text{ kN.m } Do$
  - $Pw8' = Pw8 (2/3 \cdot (4+Do))$   
 $= 3,27 \text{ kN.m } Do^2 + 26,16 \text{ kN.m } Do + 52,32 \text{ kN.m}$
4. Perhitungan momen pasif
  - $P3' = P3 (1/2 \cdot 5 \text{ m} + (Do-5))$   
 $= 34,493 \text{ kN.m } Do - 34,493 \text{ kN.m}$

- $P4' = P4 (1/3 \cdot 5 \text{ m} + (Do-5))$   
 $= 224,570 \text{ kN.m Do} - 449,142 \text{ kN.m}$
- $P5' = P5 (1/2 \cdot (Do-5))$   
 $= 30,466 \text{ Do}^2 - 304,667 \text{ Do} + 761,667$
- $P6' = P6 (1/3 \cdot (Do-5))$   
 $= 2,54 \text{ Do}^3 - 37,766 \text{ Do}^2 + 187,097 \text{ Do} - 308,935$

Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Gaya Aktif dan Gaya Pasif

Tekanan Titik (P)	Gaya Aktif (kN/m)	Gaya Pasif (kN/m)
P1	100	-
P2	1,062	-
P3	-	13,797
P4	-	134,742
P5	-	$60,933 \text{ Do} - 304,669$
P6	-	$7,622 \text{ Do}^2 - 75,186 \text{ Do} + 185,360$
Pw7	4,905	-
Pw8	$19,62 + 4,905 \text{ Do}$	-

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Momen Aktif dan Momen Pasif

Tekanan Titik (P)	Momen Aktif (kN.m)	Gaya Pasif (kN.m)
P1	$250 + 50 D_o$	-
P2	$1,771 + 0,354 D_o$	-
P3	-	$34,493 D_o - 34,493$
P4	-	$224,570 D_o - 449,142$
P5	-	$30,466 D_o^2 - 304,667 D_o + 761,667$
P6	-	$2,54 D_o^3 - 37,766 D_o^2 + 187,097 D_o - 308,935$
Pw7	$22,0725 + 4,905 D_o$	-
Pw8	$3,27 D_o^2 + 26,16 D_o + 52,32$	-

#### 4.2.8 Perhitungan Momen dan Kedalaman Turap

##### 1. Momen Aktif

$$\begin{aligned}
 P1 + P2 + Pw7 + Pw8 &= \sum \text{Momen Aktif} \\
 (250 + 50 D_o) + (1,771 + 0,354 D_o) + (22,0725 + 4,905 D_o) \\
 + (3,27 D_o^2 + 26,16 D_o + 52,32) &= \sum \text{Momen Aktif}
 \end{aligned}$$

$$\sum \text{Momen Aktif} = 3,27 D_o^2 + 81,419 D_o + 326,163$$

##### 2. Momen Pasif

$$\begin{aligned}
 P3 + P4 + P5 + P6 &= \sum \text{Momen Pasif} \\
 (34,493 D_o - 34,493) + (224,570 D_o - 449,142) + \\
 (30,466 D_o^2 - 304,667 D_o + 761,667) + (30,466 D_o^2 - \\
 304,667 D_o + 761,667) &= \sum \text{Momen Pasif}
 \end{aligned}$$



$$\sum \text{Momen Pasif} = 2,540 \text{ Do}^3 - 7,3 \text{ Do}^2 + 141,494 \text{ Do} - 30,90$$

### 3. Perhitungan Do dan Panjang Total Turap

$$\begin{aligned} \sum \text{Momen} &= \sum \text{Momen Aktif} + \sum \text{Momen Pasif} \\ &= 2,54 \text{ Do}^3 - 4,030 \text{ Do}^2 - 222,914 \text{ Do} + 295,261 \end{aligned}$$

$$\text{Do} = 1,2 \text{ meter}$$

Angka keamanan yang dipakai pada perhitungan manual diambil 1.5 untuk mencari kedalaman turap tertanam yang aktual yaitu

$$D_{\text{actual}} = 1.5 \times D_{\text{hasil perhitungan}}$$

$$D_{\text{actual}} = 2 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{Total Turap}} &= H + (1.2 \times \text{Do}) \\ &= 5 \text{ m} + (1.2 \times 2 \text{ m}) \\ &= 7,4 \text{ meter} \end{aligned}$$

#### 4.2.9 Perhitungan Momen Maksimum

$$\sum M = 2,54 \text{ Do}^3 - 4,030 \text{ Do}^2 - 222,914 \text{ Do} + 295,261$$

$$\sum M/Dx = 7,622 \text{ Do}^2 - 8,060 \text{ Do} + 222,914$$

$$x = 0,5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{maks}} &= 2,54 (0,5)^3 - 4,030 (0,5)^2 - 222,914 (0,5) + 295,261 \\ &= 406,028 \text{ kN.m} \\ &= 40,603 \text{ Ton.m} \end{aligned}$$

#### 4.2.10 Mencari SF Akibat Momen Maksimum

Dari hasil perhitungan 4.2.9 di dapatkan  $M_{maks} = 40,603 \text{ Ton.m}$  dengan total panjang turap 7,4 meter. Material yang digunakan dapat dilihat dalam lampiran

- Spesifikasi Turap ( W-500-B-1000)
  - Cross Section =  $1,818 \text{ cm}^2$
  - Section Inersia =  $462,373 \text{ cm}^4$
  - Unit Weigth =  $455 \text{ kg/m}$
  - Class = B
  - Moment Crack =  $40,40 \text{ Ton.m}$

Apabila mendapatkan SF kurang dari 1,5 untuk turap tersebut, maka turap dikombinasikan dengan Ground Anchor untuk menambah daya dukung Turap tersebut. Hasil perhitungan SF dapat dilihat seperti dibawah ini :

$$M_{maks} = 40,603 \text{ Ton.m}$$

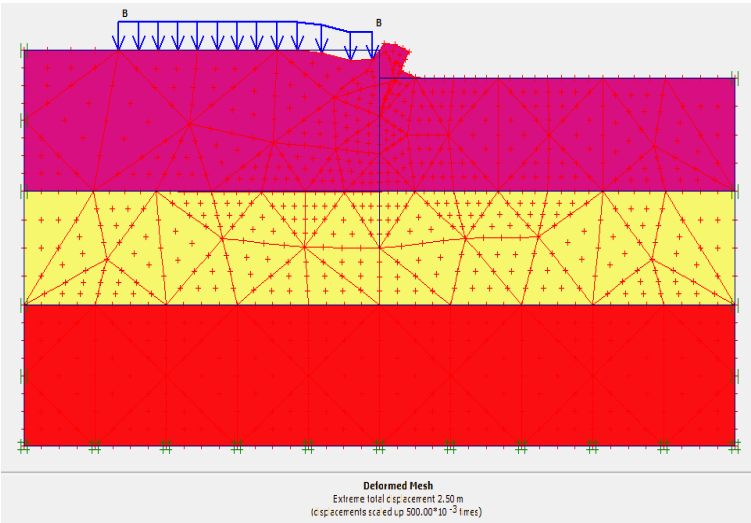
$$M_{cr} \text{ bahan} = 40,40 \text{ Ton.m}$$

$$SF = \frac{M_{bahan}}{M_{maks}}$$

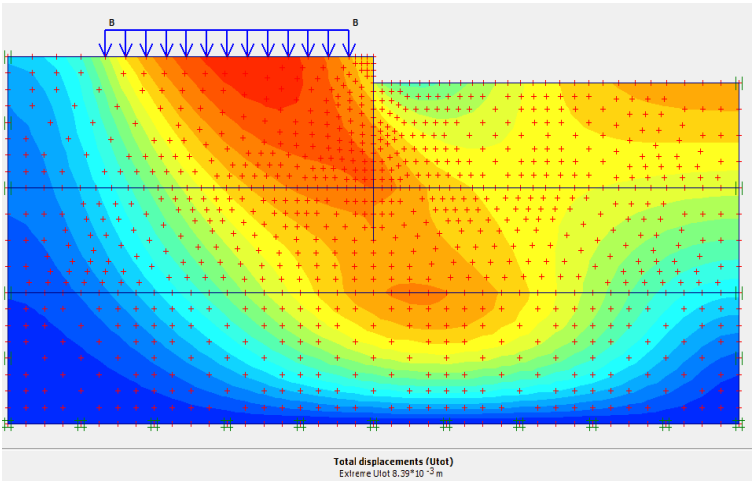
$$SF = 0,995 < 1,5$$

Hasil perhitungan double sheet didapatkan SF sebesar 0,995 yang berarti bangunan turap tersebut **tidak aman**, maka memerlukan Ground Anchor untuk memperkuat turap tersebut.

4.2.11 Hasil Analisa Software Plaxis



Gambar 4. 6 Hasil Output Plaxis



Gambar 4. 7 Hasil Output Standing Plaxis

Berdasarkan hasil analisa software Plaxis, didapatkan desain Sheet Pile (single) **kurang aman** terhadap kelongsoran dan memiliki nilai defleksi bangunan sebesar 0,839 cm.

#### 4.2.12 Menghitung Capping Beam

Data-data perencanaan untuk capping beam penahan adalah sebagai berikut:

- Dimensi Balok = (90x70) cm
- D tulangan utama = 16 mm
- D tulangan sengkang = 10 mm
- Mutu tulangan = 400 Mpa
- Mutu Beton = K 250
- $F_c'$  = 20,75 Mpa
- L (Bentang Balok) = 3 m
- Berat Jenis Beton = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Cover = 50 mm
- d = 700 – 50 – 10 – (16/2)  
= 632 mm

##### 1. Perhitungan Beban Merata Capping Beam

$$\begin{aligned} Q_t &= b \times h \times \text{Berat Jenis Beton} \\ &= 0,9 \text{ m} \times 0,7 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1512 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= 0,85 \times \frac{\beta \times f'c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,85 \times \frac{0,85 \times 20,75}{400} \times \frac{600}{600 + 400} \\ &= 0,022 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,016 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{fy}{0,85 \times f'c} \\
 &= \frac{400}{0,85 \times 20,75} \\
 &= 22,678
 \end{aligned}$$

2. Momen Ultimate Capping Beam

$$\begin{aligned}
 Mu &= \frac{1}{12} \times Qt \times L^2 \\
 &= \frac{1}{12} \times 1512 \times (3)^2 \\
 &= 1134 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

3. Momen Nominal Capping Beam

$$\begin{aligned}
 Mn &= \frac{Mu}{0,8} \\
 &= \frac{1134}{0,8} \\
 &= 1417,5 \text{ kg.m} \\
 Rn &= \frac{Mn}{b \times d^2} \\
 &= \frac{1417,5 \times 10^4}{1400 \times 632 \times 632} \\
 &= 0,039
 \end{aligned}$$

4. Rasio Penulangan

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ perlu} &= \frac{1}{1m} \times \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot m \times Rn}{fy}}\right) \\
 &= \frac{1}{1 \times 22,678} \times \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 22,678 \times 0,039}{400}}\right) \\
 &= 0,00294
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\rho \text{ min} < \rho \text{ perlu} < \rho \text{ max}$$

$$0,0035 > 0,00294 < 0,01687$$

$$\rho \text{ pakai} = 0,00294$$

$$\begin{aligned}
 As &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,00294 \times 900 \times 632 \\
 &= 1677,09 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

5. Perhitungan Jumlah Tulangan

$$\begin{aligned} A_s &= n \times 1/4 \times \pi \times D^2 \\ 1677,09 &= n \times 1/4 \times \pi \times 16^2 \\ n &= \frac{1677,09}{1/4 \times \pi \times 16^2} = 9 \text{ buah} \end{aligned}$$

6. Perhitungan Jarak Pemasangan

$$S = \frac{1400}{14} = 100 \text{ mm}$$

Jadi, pemasangan tulangan 9 D16-100

#### 4.2.13 Hasil Rekapitulasi

Hasil yang diperoleh dari perhitungan untuk perencanaan single sheet pile, didapatkan hasil seperti pada tabel berikut :

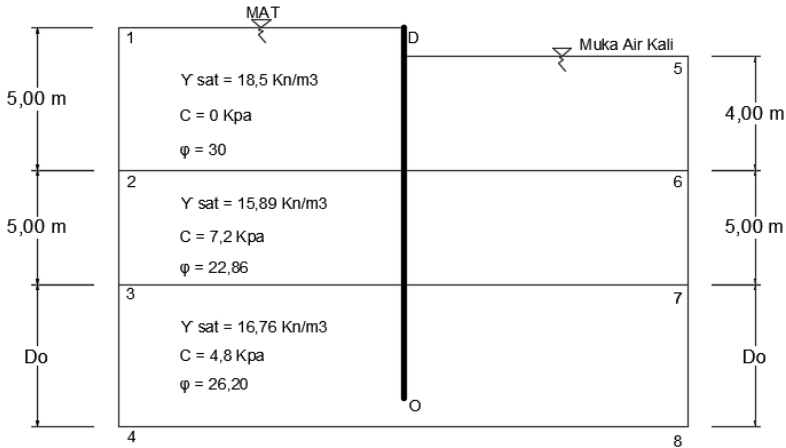
Tabel 4. 7 Hasil rekapitulasi SF perhitungan

SF Geser	Defleksi (cm)
0,995	0,839

#### 4.3 Analisa Kondisi Eksisting Double Sheet Pile

Kondisi pada eksisting ini lapisan pertama ditimbun dengan tanah timbunan yang memiliki  $\gamma_{\text{timbunan}} = 1.85 \text{ t/m}^3$ ,  $c = 0 \text{ kPa}$  dan  $\theta = 30^\circ$ . Untuk  $q_{\text{asumsi}} = 0 \text{ kN/m}^2$  yang diakibatkan tidak adanya beban yang terletak pada tanah timbunan, dan memiliki tinggi muka air tanah di permukaan tanah (kondisi terkritik). Untuk beda tinggi elevasi muka air Kali Tenggara dengan permukaan tanah yaitu berkisar 1 meter dan memiliki kedalaman Kali 4 meter hingga dasar permukaan Kali. Double sheet pile dipasang dengan jarak 3 meter dihubungkan dengan balok penahan antar sheet pile dengan rencana dimensi 40x60.

Analisa kondisi eksisting ini merupakan analisa perhitungan kekuatan turap pada kali tenggang menggunakan material sheet pile dengan data lapisan tanah sesuai pada Gambar 4.8



Gambar 4. 8 Kondisi Lapisan Tanah

- Lapisan tanah 1  
 $\gamma_{sat} = 1,85 \text{ gr/cm}^3 = 18,5 \text{ kN/m}^3$   
 $C = 0 \text{ kg/cm}^2 = 0 \text{ kPa}$   
 $\Phi = 30$
- Lapisan tanah 2  
 $\gamma_{sat} = 1,589 \text{ gr/cm}^3 = 15,89 \text{ kN/m}^3$   
 $C = 0,072 \text{ kg/cm}^2 = 7,2 \text{ kPa}$   
 $\Phi = 22,86$
- Lapisan tanah 3  
 $\gamma_{sat} = 1,676 \text{ gr/cm}^3 = 16,760 \text{ kN/m}^3$   
 $C = 0,048 \text{ kg/cm}^2 = 4,8 \text{ kPa}$   
 $\Phi = 26,20$

#### 4.3.1 Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah

Koefisien tekanan tanah aktif dan pasif diperoleh dengan menggunakan rumus Rankine yaitu :

- a. Koefisien tekanan tanah aktif menggunakan rumus 2.2

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

- Data Tanah Lapisan 1
 
$$Ka = \tan^2 \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$= 0,333$$
- Data Tanah Lapisan 2
 
$$Ka = \tan^2 \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$= 0,440$$
- Data Tanah Lapisan 3
 
$$Ka = \tan^2 \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$= 0,387$$

- b. Koefisien tekanan tanah pasif menggunakan rumus 2.4

$$Kp = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

- Data Tanah Lapisan 1
 
$$Kp = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$= 3,000$$
- Data Tanah Lapisan 2
 
$$Kp = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$= 2,271$$
- Data Tanah Lapisan 3
 
$$Kp = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$= 2,581$$

#### 4.3.2 Perhitungan Tekanan Vertikal Tanah

$$\sigma_v = (\gamma_{sat} - \gamma_w) \cdot h$$

$$q = 0 \text{ Kn/m}^2$$

1. Tekanan Tanah Vertikal Aktif

- Titik 1
 
$$\sigma_{v1} = q = 0 \text{ kN/m}^2$$
- Titik 2
 
$$\sigma_{v2} = \sigma_{v1} + (\gamma_{sat} - \gamma_w) \cdot h_1$$



$$= 0 + (18,5 - 9,81) \cdot 5$$

$$= 43,45 \text{ kN/m}^2$$

- Titik 3

$$\sigma_v3 = \sigma_v2 + (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) \cdot h_2$$

$$= 43,45 + (15,89 - 9,81) \cdot 5$$

$$= 73,85 \text{ kN/m}^2$$

- Titik 4

$$\sigma_v4 = \sigma_v3 + (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) \cdot h_3$$

$$= 73,85 + (16,76 - 9,81) \cdot (D_o - 5)$$

$$= 6,95 D_o + 39,10 \text{ kN/m}^2$$

## 2. Tekanan Tanah Vertikal Pasif

- Titik 5

$$\sigma_v5 = 0 \text{ kN/m}^2$$

- Titik 6

$$\sigma_v6 = 0 \text{ kN/m}^2$$

- Titik 7

$$\sigma_v7 = \sigma_v6 + (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) \cdot h_2$$

$$= 0 + (15,89 - 9,81) \cdot 5$$

$$= 30,4 \text{ kN/m}^2$$

- Titik 8

$$\sigma_v8 = \sigma_v7 + (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) \cdot h_3$$

$$= 30,4 + (16,76 - 9,81) \cdot (D_o - 5)$$

$$= 6,95 D_o - 4,35 \text{ kN/m}^2$$

Tabel 4. 8 Hasil Tekanan Vertikal Tanah

Titik	$\gamma_{\text{sat}}$ ( $\text{Kn/m}^3$ )	$\gamma_w$ ( $\text{Kn/m}^3$ )	h (m)	$\sigma_v$ ( $\text{Kn/m}^2$ )
1	-	-	-	0
2	18,5	9,81	5	43,45
3	15,89	9,81	5	73,85
4	16,76	9,81	$D_o$	$6,95 D_o + 39,10$
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-
7	15,89	9,81	5	30,4
8	16,76	9,81	$D_o$	$6,95 D_o - 4,35$

### 4.3.3 Perhitungan Tekanan Horizontal Tanah

$$\sigma_{h \text{ Aktif}} = \sigma_v \cdot Ka - 2 \cdot c \cdot \sqrt{Ka}$$

$$\sigma_{h \text{ Pasif}} = \sigma_v \cdot Kp + 2 \cdot c \cdot \sqrt{Ka}$$

#### 1. Tekanan Tanah Horizontal Aktif

- Titik 1  
 $\sigma_{h1} = \sigma_{v1}$   
 $= 0 \text{ kN/m}^2$
- Titik 2 atas  
 $\sigma_{h2 \text{ atas}} = (\sigma_{v2} \cdot Ka1) - (2 \cdot c \cdot 1 \cdot \sqrt{Ka1})$   
 $= (43,45 \cdot 0,333) - (2 \cdot 0 \cdot \sqrt{0,333})$   
 $= 14,483 \text{ kN/m}^2$
- Titik 2 bawah  
 $\sigma_{h2 \text{ bawah}} = (\sigma_{v2} \cdot Ka2) - (2 \cdot c \cdot 2 \cdot \sqrt{Ka2})$   
 $= (43,45 \cdot 0,440) - (2 \cdot 7,2 \cdot \sqrt{0,440})$   
 $= 9,579 \text{ kN/m}^2$
- Titik 3 atas  
 $\sigma_{h2 \text{ atas}} = (\sigma_{v3} \cdot Ka2) - (2 \cdot c \cdot 2 \cdot \sqrt{Ka2})$   
 $= (73,85 \cdot 0,440) - (2 \cdot 7,2 \cdot \sqrt{0,440})$   
 $= 22,968 \text{ kN/m}^2$
- Titik 3 bawah  
 $\sigma_{h3 \text{ bawah}} = (\sigma_{v3} \cdot Ka3) - (2 \cdot c \cdot 3 \cdot \sqrt{Ka3})$   
 $= (73,85 \cdot 0,387) - (2 \cdot 4,8 \cdot \sqrt{0,387})$   
 $= 22,636 \text{ kN/m}^2$
- Titik 4 atas  
 $\sigma_{h4 \text{ atas}} = (\sigma_{v4} \cdot Ka3) - (2 \cdot c \cdot 3 \cdot \sqrt{Ka3})$   
 $= (6,95 \text{ Do} + 39,10) \cdot 0,387 -$   
 $(2 \cdot 4,8 \cdot \sqrt{0,387})$   
 $= 2,692 \text{ Do} + 9,173 \text{ kN/m}^2$

#### 2. Tekanan Tanah Horizontal Pasif

- Titik 5  
 $\sigma_{h5} = 0 \text{ kN/m}^2$

- Titik 6 bawah  
 $\sigma_{h6} \text{ bawah} = (\sigma_{v6} \cdot K_{p2}) + (2 \cdot c \cdot 2 \cdot \sqrt{K_{p2}})$   
 $= (0 \cdot 2,271) + (2 \cdot 7,2 \cdot \sqrt{2,271})$   
 $= 21,698 \text{ kN/m}^2$
- Titik 7 atas  
 $\sigma_{h7} \text{ atas} = (\sigma_{v7} \cdot K_{p2}) - (2 \cdot c \cdot 2 \cdot \sqrt{K_{p2}})$   
 $= (30,4 \cdot 2,271) - (2 \cdot 7,2 \cdot \sqrt{2,271})$   
 $= 90,722 \text{ kN/m}^2$
- Titik 7 bawah  
 $\sigma_{h7} \text{ bawah} = (\sigma_{v7} \cdot K_{p3}) + (2 \cdot c \cdot 3 \cdot \sqrt{K_{p3}})$   
 $= (30,4 \cdot 2,581) + (2 \cdot 4,8 \cdot \sqrt{2,581})$   
 $= 93,887 \text{ kN/m}^2$
- Titik 8 atas  
 $\sigma_{h8} \text{ atas} = (\sigma_{v8} \cdot K_{p3}) - (2 \cdot c \cdot 3 \cdot \sqrt{K_{p3}})$   
 $= ((6,95 D_o - 4,35) \cdot 2,581) -$   
 $(2 \cdot 4,8 \cdot \sqrt{2,581})$   
 $= 17,938 D_o + 4,195 \text{ kN/m}^2$

Tabel 4. 9 Hasil Tekanan Horizontal Tanah

Titik		$\sigma_v \text{ (Kn/m}^2\text{)}$	$K_a$	$K_p$	$c$	$\sigma_h \text{ (Kn/m}^2\text{)}$
1		0	-	-	-	0
2	a	43,45	0,333	-	0	14,483
	b	43,45	0,440	-	7,2	9,579
3	a	73,85	0,440	-	7,2	22,968
	b	73,85	0,387	-	4,8	22,636
4 a		$6,95 D_o + 39,10$	0,387	-	4,8	$2,692 D_o + 9,173$
5		0	-	-	-	0
6 b		0	-	2,271	7,2	21,698
7	a	30,4	-	2,271	7,2	90,722
	b	30,4	-	2,581	4,8	93,887
8a		$6,95 D_o - 4,35$	-	2,581	4,8	$17,938 D_o + 4,195$

#### 4.3.4 Perhitungan Tekanan Horizontal Akibat Air

$$u_h = \gamma_w \cdot h \cdot K_w$$

##### 1. Tekanan Air Horizontal Aktif

- Titik 1

$$\begin{aligned} u_{h1} &= \gamma_w \cdot h \cdot K_w \\ &= 9,81 \cdot 0 \cdot 1 \\ &= 0 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Titik 2

$$\begin{aligned} u_{h2} &= \gamma_w \cdot h_1 \cdot K_w \\ &= 9,81 \cdot 5 \cdot 1 \\ &= 49,05 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Titik 3

$$\begin{aligned} u_{h3} &= \gamma_w \cdot h_2 \cdot K_w \\ &= 9,81 \cdot 10 \cdot 1 \\ &= 98,1 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Titik 4

$$\begin{aligned} u_{h4} &= \gamma_w \cdot h_3 \cdot K_w \\ &= 9,81 \cdot (10 + (D_o - 5)) \cdot 1 \\ &= 9,81 D_o + 49,05 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

##### 2. Tekanan Air Horizontal Pasif

- Titik 5

$$\begin{aligned} u_{h5} &= \gamma_w \cdot h_5 \cdot K_w \\ &= 9,81 \cdot 0 \cdot 1 \\ &= 0 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Titik 6

$$\begin{aligned} u_{h6} &= \gamma_w \cdot h_6 \cdot K_w \\ &= 9,81 \cdot 4 \cdot 1 \\ &= 39,24 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Titik 7

$$\begin{aligned} u_{h7} &= \gamma_w \cdot h_7 \cdot K_w \\ &= 9,81 \cdot 9 \cdot 1 \\ &= 88,29 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Titik 8

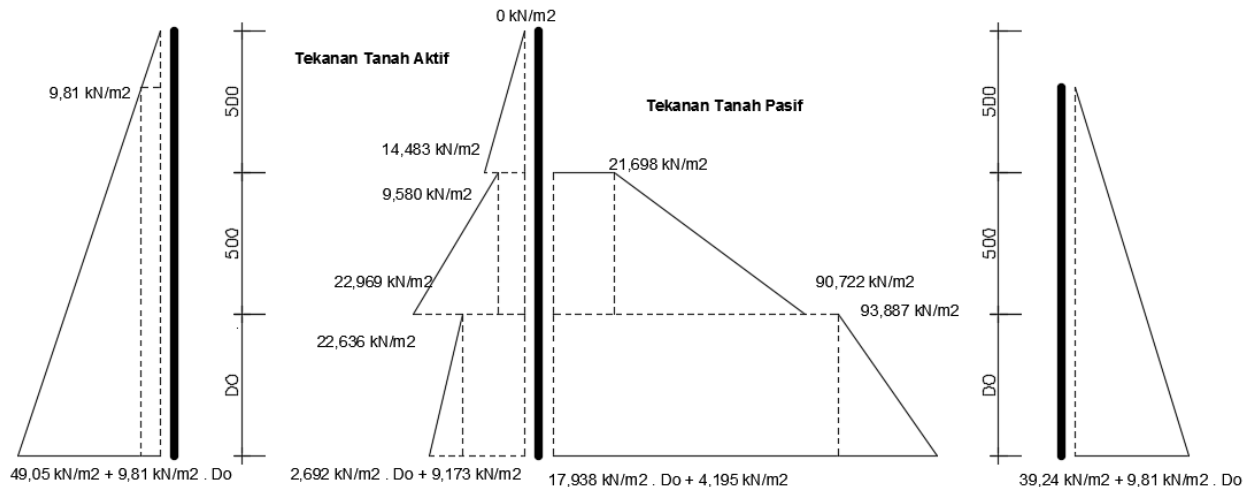
$$\begin{aligned}
 u_{h8} &= \gamma_w \cdot h_8 \cdot K_w \\
 &= 9,81 \cdot (9 + (D_o - 5)) \cdot 1 \\
 &= 9,81 D_o + 39,24 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 10 Hasil Tekanan Horizontal Air

Titik	$\gamma_w$	h	$K_w$	$u_h$
1	9,81	0	1	0
2	9,81	5	1	49,05
3	9,81	10	1	98,1
4	9,81	$10 + (D_o - 5)$	1	$9,81 D_o + 49,05$
5	9,81	0	1	0
6	9,81	4	1	39,24
7	9,81	9	1	88,29
8	9,81	$9 + (D_o - 5)$	1	$9,81 D_o + 39,24$

### 4.3.5 Diagram Tekanan

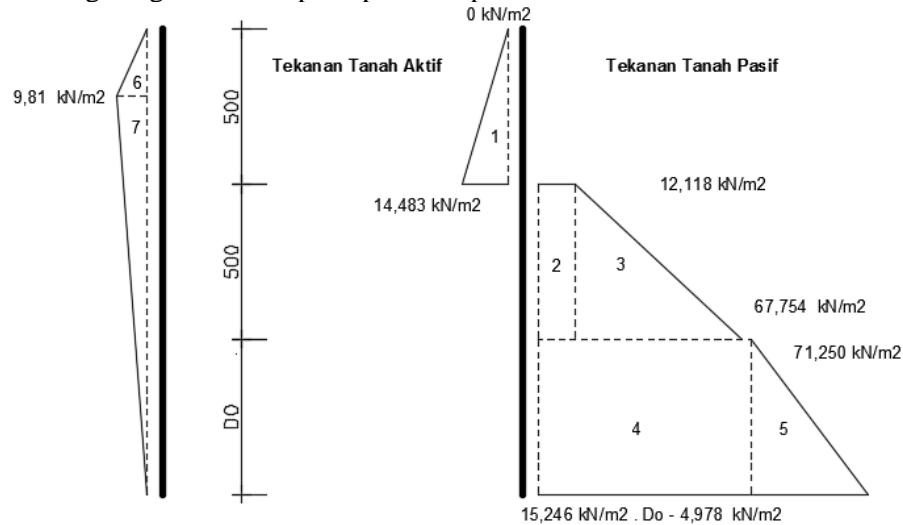
Pada Gambar 4.7 Dapat dilihat hasil dari perhitungan tekanan tanah lateral pada turap kantilever di Kali Tenggara



Gambar 4. 9 Diagram Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif, Serta Tekanan Air Aktif Dan Pasif

#### 4.3.6 Hasil Diagram Tekanan

Pada Gambar 4.8 Dapat dilihat hasil dari penjumlahan perhitungan tekanan tanah lateral antara tekanan aktif dikurang dengan tekanan pasif pada turap kantilever.



Gambar 4. 10 Hasil Diagram Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif, Serta Tekanan Air Aktif Dan Pasif

#### 4.3.7 Perhitungan Gaya dan Momen Terhadap Turap

Untuk hasil perhitungan gaya aktif dan gaya pasif dapat dilihat pada Tabel 4.10 , serta untuk perhitungan momen yang terjadi pada turap dapat dilihat pada Tabel 4.11 Sebagai berikut :

1. Perhitungan gaya aktif
  - $P1 = 14,483 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 \cdot 5 \text{ m}$   
 $= 36,208 \text{ kN/m}$
  - $Pw6 = 9,81 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 \cdot 1 \text{ m}$   
 $= 4,905 \text{ kN/m}$
  - $Pw7 = 9,81 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 \cdot (4+Do)$   
 $= 19,62 \text{ kN/m} + 4,905 \text{ Do}$
2. Perhitungan gaya pasif
  - $P2 = 12,118 \text{ kN/m}^2 \cdot 5 \text{ m}$   
 $= 60,592 \text{ kN/m}$
  - $P3 = 53,897 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 \cdot 5 \text{ m}$   
 $= 134,742 \text{ kN/m}$
  - $P4 = 69,166 (\text{Do}-5)$   
 $= 69,166 \text{ kN/mDo} - 345,832 \text{ kN/m}$
  - $P5 = (15,246 \text{ Do} - 4,978 - 57.473) \cdot (0.5 (\text{Do}-5))$   
 $= 7,622 \text{ Do}^2 - 75,186 \text{ Do} + 185,36 \text{ kN/m}$
3. Perhitungan momen aktif
  - $P1' = P1 (1/3 \cdot (5+Do))$   
 $= 60,372 \text{ kN.m} + 12,069 \text{ kN.m Do}$
  - $Pw6' = Pw6 (1/2 \cdot 1 \text{ m} + (4+Do))$   
 $= 22,0725 \text{ kN.m} + 4,905 \text{ kN.m Do}$
  - $Pw7' = Pw7 (2/3 \cdot (4+Do))$   
 $= 3,72 \text{ Do}^2 + 26,16 \text{ Do} + 52,32$
4. Perhitungan momen pasif
  - $P2' = P2 (1/2 \cdot (\text{Do}-5))$   
 $= 151,480 \text{ kN.m} - 151,481 \text{ kN.m Do}$
  - $P3' = P3 (1/3 \cdot 5 \text{ m} + (\text{Do}-5))$   
 $= 224,570 \text{ kN.m Do} - 449,142 \text{ kN.m}$



- $P4' = P4 (1/2 \cdot (Do-5))$   
 $= 34,583 Do^2 - 345,832 Do + 864,580$
- $P5' = P5 (1/3 \cdot (Do-5))$   
 $= 2,667 Do^3 - 39,655 Do^2 + 196,452 Do - 324,382$

Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Gaya Aktif dan Gaya Pasif

Tekanan Titik (P)	Gaya Aktif (kN/m)	Gaya Pasif (kN/m)
P1	36,208	-
P2	-	60,592
P3	-	134,742
P4	-	69,166 Do - 345,832
P5	-	7,622 Do <sup>2</sup> - 75,186 Do + 185,36
Pw6	4,905	-
Pw7	19,62+4,905Do	-

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Momen Aktif dan Momen Pasif

Tekanan Titik (P)	Momen Aktif (kN.m)	Gaya Pasif (kN.m)
P1	60,372 + 12,069 Do	-
P2	-	151,480 - 151,481 Do
P3	-	224,570 Do - 449,142
P4	-	34,583 Do <sup>2</sup> - 345,832 Do + 864,580
P5	-	2,667 Do <sup>3</sup> - 39,655 Do <sup>2</sup> + 196,452 Do - 324,382
Pw6	22,0725 + 4,905 Do	-
Pw7	3,72 Do <sup>2</sup> + 26,16 Do + 52,32	-

#### 4.3.8 Perhitungan Kedalaman Turap

##### 1. Momen Aktif

$$P1 + Pw7 + Pw8 = \sum \text{Momen Aktif}$$

$$(60,372 + 12,069 \text{ Do}) + (22,0725 + 4,905 \text{ Do}) + (3,72 \text{ Do}^2 + 26,16 \text{ Do} + 52,32) = \sum \text{Momen Aktif}$$

$$\sum \text{Momen Aktif} = 3,72 \text{ Do}^2 + 43,134 \text{ Do} + 134,739$$

##### 2. Momen Pasif

$$P2 + P3 + P4 + P5 = \sum \text{Momen Pasif}$$

$$(151,480 - 151,481 \text{ Do}) + (224,570 \text{ Do} - 449,142) + (34,583 \text{ Do}^2 - 345,832 \text{ Do} + 864,580) + (2,667 \text{ Do}^3 - 39,655 \text{ Do}^2 + 196,452 \text{ Do} - 324,382) = \sum \text{Momen Pasif}$$

$$\sum \text{Momen Pasif} = 2,667 \text{ Do}^3 - 5,071 \text{ Do}^2 + 226,671 \text{ Do} - 60,423$$

##### 3. Perhitungan Do dan Panjang Total Turap

$$\sum \text{Momen} = \sum \text{Momen Aktif} + \sum \text{Momen Pasif}$$

$$= 2,667 \text{ Do}^3 - 1,801 \text{ Do}^2 + 269,806 \text{ Do} + 74,316$$

$$\text{Do} = 0,275$$

Angka keamanan yang dipakai pada perhitungan manual diambil 1.5 untuk mencari kedalaman turap tertanam yang aktual yaitu

$$D_{\text{aktual}} = 1.5 \times D_{\text{hasil perhitungan}}$$

$$D_{\text{aktual}} = 0,5 \text{ meter}$$

$$L_{\text{Total Turap}} = H + (1.2 \times \text{Do})$$

$$= 5 \text{ m} + (1.2 \times 0,5 \text{ m})$$

$$= 5,6 \text{ meter}$$

#### 4.3.9 Perhitungan Momen Maksimum

$$\sum M = 2,667 \text{ Do}^3 - 5,071 \text{ Do}^2 + 226,671 \text{ Do} - 60,423$$

$$\sum M/Dx = 8,003 \text{ Do}^2 - 3,603 \text{ Do} + 269,806$$

$$x = 0,225$$

$$\begin{aligned} M_{\text{maks}} &= 2,667 (0,225)^3 - 5,071 (0,225)^2 + 226,671 (0,225) - 60,423 \\ &= 134,961 \text{ kN.m} \\ &= 13,496 \text{ Ton.m} \end{aligned}$$

#### 4.3.10 Mencari SF Akibat Momen Maksimum

Dari hasil perhitungan 4.3.9 di dapatkan  $M_{\text{maks}} = 13,496 \text{ Ton.m}$  dengan total panjang turap 7,4 meter. Material yang digunakan dapat dilihat dalam lampiran

- Spesifikasi Turap ( W-500-B-1000)
  - Cross Section =  $1,818 \text{ cm}^2$
  - Section Inersia =  $462,373 \text{ cm}^4$
  - Unit Weigth =  $455 \text{ kg/m}$
  - Class = B
  - Moment Crack =  $40,40 \text{ Ton.m}$

Apabila mendapatkan SF kurang dari 1,5 untuk turap tersebut, maka turap dikombinasikan dengan Ground Anchor untuk menambah daya dukung Turap tersebut. Hasil perhitungan SF dapat dilihat seperti dibawah ini :

$$M_{\text{maks}} = 13,496 \text{ Ton.m}$$

$$M_{\text{cr bahan}} = 40,40 \text{ Ton.m}$$

$$SF = \frac{M_{\text{bahan}}}{M_{\text{maks}}}$$

$$SF = 3 > 1,5$$

Hasil perhitungan double sheet didapatkan SF sebesar 3 yang berarti bangunan turap tersebut aman dan tidak memerlukan Ground Anchor untuk memperkuat turap tersebut.

#### 4.3.11 Menghitung Tulangan Capping Beam

Data-data perencanaan untuk balok beton penahan adalah sebagai berikut:

- Dimensi Balok = (140x90) cm
- D tulangan utama = 16 mm
- D tulangan sengkang = 10 mm
- Mutu tulangan = 400 Mpa
- Mutu Beton = K 250
- $F_c'$  = 20,75 Mpa
- L (Bentang Balok) = 3 m
- Berat Jenis Beton = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Cover = 50 mm
- d = 900 – 50 – 10 – (16/2)  
= 832 mm

Perhitungan Beban Merata Capping Beam

$$\begin{aligned} Q_t &= b \times h \times \text{Berat Jenis Beton} \\ &= 1,4 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 3024 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= 0,85 \times \frac{\beta \times f'_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,85 \times \frac{0,85 \times 20,75}{400} \times \frac{600}{600 + 400} \\ &= 0,022 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,016 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{fy}{0,85 \times f'c} \\
 &= \frac{400}{0,85 \times 20.75} \\
 &= 22,678
 \end{aligned}$$

Momen Ultimate Capping Beam

$$\begin{aligned}
 Mu &= \frac{1}{12} \times Qt \times L^2 \\
 &= \frac{1}{12} \times 3024 \times (3)^2 \\
 &= 2268 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

Momen Nominal Capping Beam

$$\begin{aligned}
 Mn &= \frac{Mu}{0,8} \\
 &= \frac{2268}{0,8} \\
 &= 2835 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Rn &= \frac{Mn}{b \times d^2} \\
 &= \frac{2835 \times 10^4}{1400 \times 832 \times 832} \\
 &= 0,029
 \end{aligned}$$

Rasio Penulangan

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ perlu} &= \frac{1}{1m} \times \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot m \times Rn}{fy}}\right) \\
 &= \frac{1}{1 \times 22,678} \times \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 22,678 \times 0,029}{400}}\right) \\
 &= 0,00254
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\rho \text{ min} < \rho \text{ perlu} < \rho \text{ max}$$

$$0.0035 > 0.00254 < 0.01687$$

$$\rho \text{ pakai} = 0.00254$$

$$\begin{aligned}
 As &= \rho \times b \times d \\
 &= 0.00254 \times 1400 \times 832 \\
 &= 2958,108 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan Jumlah Tulangan

$$As = n \times 1/4 \times \pi \times D^2$$

$$\begin{aligned}
 2958,108 &= n \times 1/4 \times \pi \times 16^2 \\
 n &= \frac{2958,108}{1/4 \times \pi \times 162} = 14 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Jarak Pemasangan

$$S = \frac{1400}{14} = 100 \text{ mm}$$

Jadi, pemasangan tulangan 14 D16-100

#### 4.3.12 Menghitung Tulangan Balok Beton Penahan

Data-data perencanaan untuk balok beton penahan adalah sebagai berikut:

- Dimensi Balok = (40x60) cm
- D tulangan utama = 16 mm
- D tulangan sengkang = 10 mm
- Mutu tulangan = 400 Mpa
- Mutu Beton = K 250
- $F_c'$  = 20.75 Mpa
- L (Bentang Balok) = 3 m
- Berat Jenis Beton = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Cover = 50 mm
- d = 600 – 50 – 10 – (16/2)  
= 532 mm

##### 1. Perhitungan Beban Merata Balok Penahan

$$\begin{aligned}
 Q_t &= b \times h \times \text{Berat Jenis Beton} \\
 &= 0.4 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 576 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= 0.85 \times \frac{\beta \times f'c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\
 &= 0.85 \times \frac{0.85 \times 20.75}{400} \times \frac{600}{600 + 400} \\
 &= 0.022
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{max}} &= 0.75 \times \rho_b \\
 &= 0.016
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1.4}{f_y}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1.4}{400} \\
 &= 0.0035 \\
 m &= \frac{fy}{0.85 \times f'c} \\
 &= \frac{400}{0.85 \times 20.75} \\
 &= 22.678
 \end{aligned}$$

2. Momen Ultimate Balok Penahan

$$\begin{aligned}
 Mu &= \frac{1}{12} \times Qt \times L^2 \\
 &= \frac{1}{12} \times 576 \times (3)^2 \\
 &= 432 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

3. Momen Nominal Balok Penahan

$$\begin{aligned}
 Mn &= \frac{Mu}{0.8} \\
 &= \frac{432}{0.8} \\
 &= 540 \text{ kg.m} \\
 Rn &= \frac{Mn}{b \times d^2} \\
 &= \frac{540}{400 \times 532 \times 532} \\
 &= 0.0477
 \end{aligned}$$

4. Rasio Penulangan

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ perlu} &= \frac{1}{1m} \times \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot m \times Rn}{fy}}\right) \\
 &= \frac{1}{1 \times 22.678} \times \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 22.678 \times 0.0477}{400}}\right) \\
 &= 0.003243
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\rho \text{ min} < \rho \text{ perlu} < \rho \text{ max}$$

$$0.0035 > 0.00324 < 0.01687$$

$$\rho \text{ pakai} = 0.00324$$

$$\begin{aligned}
 As &= \rho \times b \times d \\
 &= 0.00324 \times 400 \times 532 \\
 &= 690.081 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

## 5. Perhitungan Jumlah Tulangan

$$A_s = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$690.081 = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times 16^2$$

$$n = \frac{690.081}{\frac{1}{4} \times \pi \times 16^2} = 3.4 \approx 4 \text{ buah}$$

## 6. Perhitungan Jarak Pemasangan

$$S = \frac{400}{4} = 100 \text{ mm}$$

Jadi, pemasangan tulangan 4D16-100



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB V**

### **ANALISA METODE ALTERNATIF**

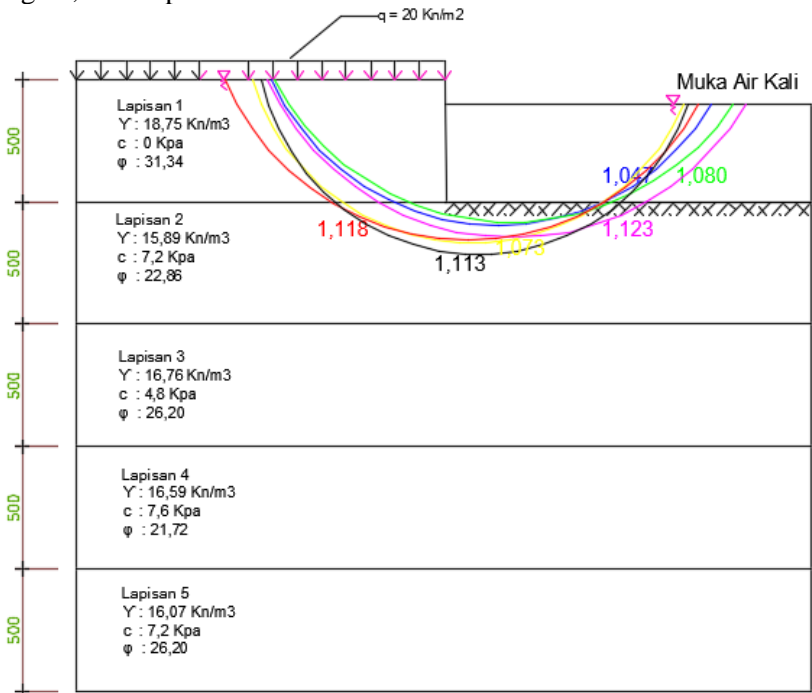
## BAB V

### ANALISA METODE ALTERNATIF

#### 5.1 Perencanaan Ground Anchor

Perencanaan ground anchor dilakukan agar menambah perkuatan pada 4.2 , sehingga turap tersebut dapat menahan momen maksimum yang ada.

Berikut adalah gambar perencanaan ground anchor beserta data tanah tiap lapisan sesuai dan dimodelkan di aplikasi dxstable untuk mengetahui SF saat kondisi terkritik dan panjang bidang longsor, sesuai pada Gambar 5.1



Gambar 5. 1 Hasil Permodelan

Di dapatkan SF terkritis 1,047, dengan radius 10,11 m dan mendapatkan hasil  $M_{\text{resisten}} = 3,354 \times 10^3 \text{ kN.m}$  yang diperoleh dari permodelan aplikasi.

Tabel 5. 1 Hasil Ouput 10 SF kritis

No	SF	Circle Center		R	Initial	Terminal	MR
		x	y		(m)	(m)	
1.	1,047	17,19	34,15	10,1	21,50	7,97	3354
2.	1,073	16,17	32,70	9,37	21,50	7,21	3729
3.	1,080	17,73	35,13	10,9	21,85	8,07	3573
4.	1,087	17,59	34,37	10,6	22,56	7,93	3830
5.	1,097	17,66	34,10	10,5	22,92	7,99	3930
6.	1,101	16,82	33,08	9,92	22,56	7,41	4139
7.	1,113	16,38	31,92	9,05	22,21	7,55	3893
8.	1,114	17,48	34,83	11,2	22,92	7,34	4448
9.	1,118	15,96	34,27	10,8	21,50	6,05	4643
10.	1,123	17,80	34,55	11,0	23,27	7,79	4283

Direncanakan 1 buah ground anchor dipasang dengan diameter grouting sebesar 0,2 m dengan nilai  $c = 10.9 \text{ kN/m}^2$ . Berikut adalah perhitungan  $\Delta MR$  yang akan dipikul oleh ground anchor, gaya prategang ( $N_{\text{anchor}}$ ) yang diterima tiap anchor dan juga panjang letakan atau panjang grouting ( $L$ ) yang dibutuhkan untuk perkuatan turap. Lalu dengan persamaan 2.15 didapatkan nilai  $M_{\text{dorong}}$  sebesar :

$$\begin{aligned}
 M_{\text{dorong}} &= \frac{M_{\text{resisten}}}{SF \text{ dipakai}} \\
 &= \frac{3354}{1,047} \\
 &= 3203,44 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

Kemudian mencari  $M_{\text{resisten}}$  dengan  $SF_{\text{rencana}} = 1,1$

$$\begin{aligned}
 M_{\text{resisten rencana}} &= M_{\text{dorong}} \times SF_{\text{rencana}} \\
 &= 3203,44 \times 1,1 \\
 &= 3523,782 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

Maka didapatkan nilai  $\Delta MR$  yaitu nilai momen yang akan dipikul oleh ground anchor adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\Delta MR &= M_{\text{resistance}} - M_{\text{resistance terjadi}} \\ &= 3523,78 - 3,354 \times 10^3 \\ &= 169,782 \text{ kN.m}\end{aligned}$$

Perhitungan N (gaya prategang tegak lurus bidang longsor) dengan menggunakan persamaan 2.20 :

$$\begin{aligned}N_{\text{anchor}} &= \frac{\Delta MR}{\frac{R \times \tan \theta}{169,782}} \\ &= \frac{169,782}{10,11 \times \tan 31,34} \\ &= 25,571 \text{ kN}\end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai N, maka dicari nilai P yaitu gaya prategang yang tegak lurus lereng yang dimana memiliki nilai kemiringan  $\beta = 10^\circ$ , maka nilai P :

$$\begin{aligned}P_{\text{anchor}} &= \frac{N_{\text{anchor}}}{\cos \beta} \\ &= \frac{25,571}{\cos 10^\circ} \\ &= 28,002 \text{ kN}\end{aligned}$$

Menentukan panjang grouting yaitu dengan menggunakan persamaan 2.21 Dengan nilai  $SF = 2.5$  dan nilai  $c = 10.9 \text{ kN/m}^2$ . Untuk keseluruhan perhitungan P (gaya anchor) dan L (panjang grouting) dapat dilihat dilampiran.

$$\begin{aligned}P \times SF &= C \times \pi \times D \times L \\ L &= \frac{N \times SF}{C \times \pi \times D} \\ &= \frac{28,002 \times 2,5}{10,9 \times \pi \times 0,2} \\ &= 1,0 \text{ m}\end{aligned}$$

Pada perhitungan luasan Strand yang dibutuhkan harus kuat menahan gaya dorong dari bidang longsor yang sudah dianalisa besaran bidang longsohnya. Luasan yang dibutuhkan dengan cara membandingkan gaya dorong yang terjadi dengan kekuatan atau tegangan ijin bahan. Panjang strand direncanakan sepanjang bidang longsor yang terjadi. Hasil perhitungan luasan seperti dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Gaya Dorong (P)} &= 28,002 \text{ kN} \\
 \text{Tegangan Ijin Bahan} &= 183 \text{ kN/cm}^2 \text{ (KP5-1)} \\
 \text{Luasan Strand (A)} &= \frac{\text{Gaya dorong}}{\text{Tegangan ijin bahan}} \\
 &= \frac{28,002}{183} \\
 &= 0,15 \text{ cm}^2 \approx 15,30 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan panjang strand harus kuat menahan gaya tarik akibat gaya dorong dari bidang longsor. Panjang strand dikontrol dengan gaya tarik yang terjadi. Apabila gaya tarik yang terjadi masih kurang, maka panjang Strand dapat ditambah untuk memenuhi daya dukung yang sudah direncanakan. Hasil panjang strand yang dibutuhkan dapat dilihat dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor tanah (Ks)} &= 1,5 \\
 \text{Berat Jenis Tanah (}\gamma\text{)} &= 18,75 \text{ kN/m}^3 \\
 \text{Sudut Geser Tanah (}\phi\text{)} &= 31,34^\circ \\
 \text{Ketinggian (h)} &= 0,5 \text{ m} \\
 \text{Panjang Strand} &= 1,0 \text{ m} \\
 \sigma_v &= (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) \times h + q \\
 &= (18,75 - 9,81) \times 0,5 + 20
 \end{aligned}$$

$$= 24,47 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Geser } (\sigma) &= \sigma_v \times \tan \phi \\ &= 24,47 \text{ kN/m}^2 \times \tan 31,34^\circ \\ &= 14,901 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jari-jari Strand (a)} = 0,2 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya Tarik (P)} &= \sigma \times 2 \cdot 3,14 \times a \times K_s \times L \\ &= 14,901 \times 2 \times 3,14 \times 0,3 \times 1,5 \times 1,0 \\ &= 46,101 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kontrol SF dilakukan dengan cara membandingkan P gaya tarik hasil perhitungan dengan P gaya dorong yang terjadi pada bidang longsor. Hasil perhitungan SF dapat dilihat seperti dibawah ini:

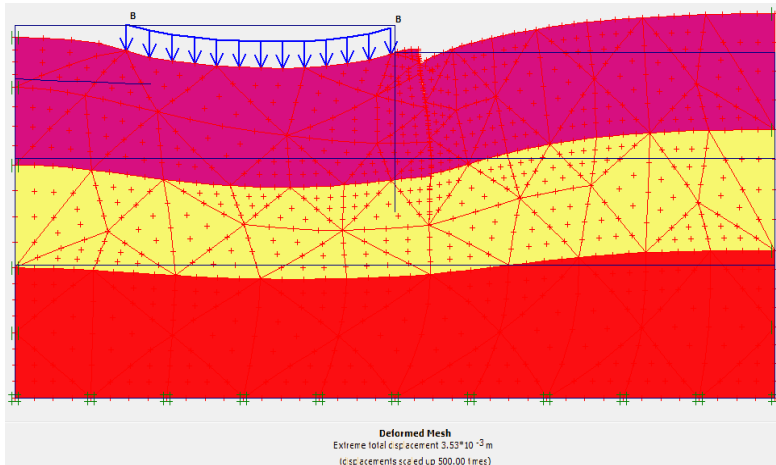
$$\text{Gaya Dorong} = 28,002 \text{ kN}$$

$$\text{Gaya Tarik} = 46,101 \text{ kN}$$

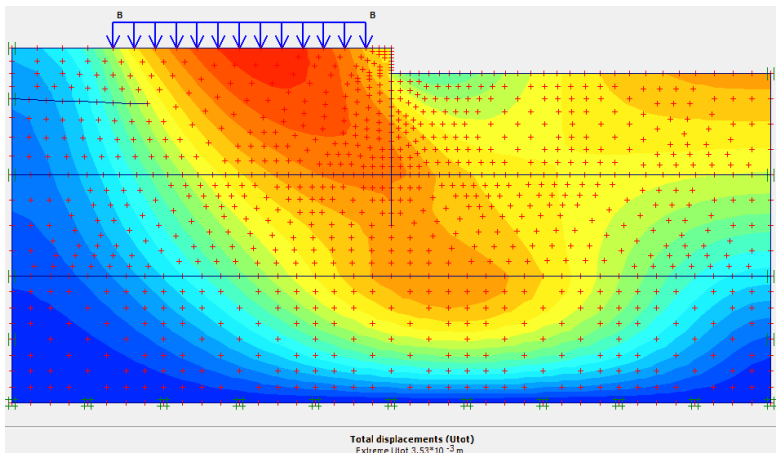
$$\text{SF} = \frac{\text{Gaya Dorong}}{\text{Gaya Tarik}}$$

$$\text{SF} = 1,646 > 1,5$$

### 5.1.1 Hasil Analisa Software Plaxis



Gambar 5. 2 Hasil Output



Gambar 5. 3 Hasil Output Standing

Berdasarkan hasil analisa software Plaxis, didapatkan desain Ground Anchor **aman** terhadap kelongsoran dan memiliki nilai



defleksi bangunan sebesar 0,353 cm yang menyimpulkan bahwa bangunan aman terhadap defleksi.

### 5.1.2 Hasil Rekapitulasi

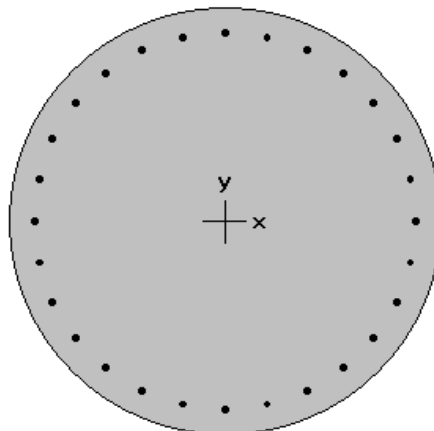
Hasil yang diperoleh dari perhitungan untuk perencanaan single sheet pile, didapatkan hasil seperti pada tabel berikut :

Tabel 5. 2 Hasil rekapitulasi SF perhitungan

SF Geser	Defleksi (cm)
1,646	0,353

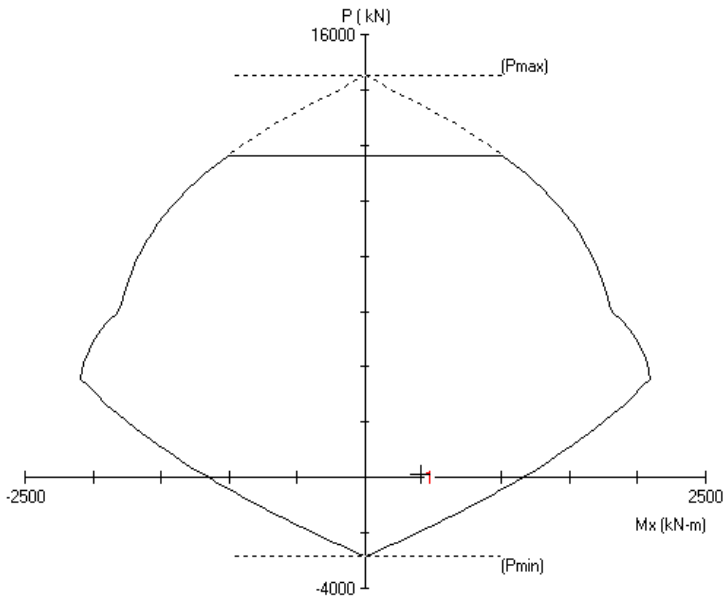
### 5.2 Perencanaan Soldier Pile Posisi Single

Dengan menggunakan program aplikasi PCA Column, direncanakan soldier pile ukuran 1000 mm dengan mutu beton K350, mutu tulangan 400 Mpa, tulangan utama berdiameter 19 mm dan jumlah tulangan 28 buah. Momen Maksimum diperoleh dari perhitungan 4.2.9 sebesar 406,028 kN.m, untuk menentukan material bahan yang dapat menahan momen maksimum tersebut. Gambar diagram interaksi penulangan dari PCA Column dapat dilihat pada Gambar 5.4.



1000 mm diam.  
1.01% reinf.

Gambar 5. 4 Penampang Soldier Pile



Gambar 5. 5 Diagram Interaksi Soldier Pile

Dari hasil pemograman PCA Column didapatkan data soldier pile dengan berikut :

Diameter = 1000 mm

$E_c$  = 25332 Mpa

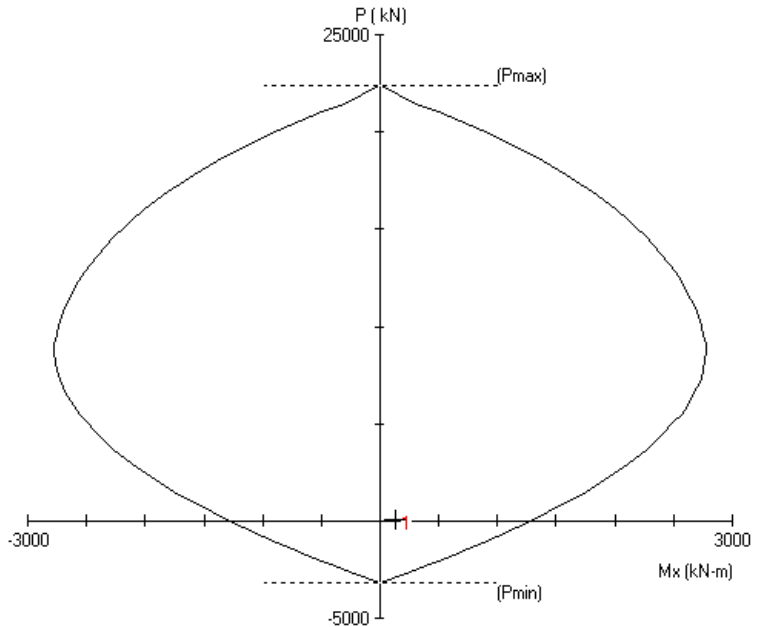
$I_x = I_y$  = 4908740 cm<sup>4</sup>

$\theta M_n$  = 1202,9 kN.m

$Z = \frac{1202,9 \text{ kN.m}}{29.05 \text{ MPa}} = 41,407 \text{ m}^3 \approx 41407,92 \text{ cm}^3$

### 5.2.1 Perhitungan Gaya Geser

Perhitungan untuk gaya geser pada soldier pile dimana  $V_u$  dicari dengan PCA Column, untuk mengetahui nilai  $M_n$  tanpa reduksi. Didapatkan nilai  $M_n$  tanpa reduksi dari PCA Column 1331,3 kN.m dan panjang turap yang dibutuhkan 7,4 meter. Gambar hasil  $M_n$  tanpa reduksi dari PCA Column seperti dibawah ini :



Gambar 5. 6 Diagram Interaksi Soldier Pile

$$\begin{aligned}
 V_u &= \frac{M_n \times 2}{L_n} \\
 &= \frac{1331,3 \times 2}{7,4} \\
 &= 359,818 \text{ kN} \approx 359810,8 \text{ N}
 \end{aligned}$$

### 5.2.2 Perhitungan Tulangan Geser

Dari hasil perhitungan gaya aksial pada perhitungan 5.2.1 didapatkan  $V_u = 359810,8$  N. Berdasarkan dengan SNI 2847-2013 pasal 11.1.1 desain panampang dikenai geser harus didasarkan pada :

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_u = 359810,8 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17 \lambda \sqrt{f'_c} \times \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= 0,17 \times 1 \times \sqrt{29,05} \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 1000^2 \\ &= 719269,5 \text{ N} \end{aligned}$$

### 5.2.3 Perencanaan Tulangan Sengkang

Direncanakan tulangan sengkang spiral dengan diameter 10 dengan jarak 200 mm

$$V_s = \frac{A_v \times f_y \times d}{s}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \times \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \\ &= 157 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$d = 1000 - 40 - 10 - (0,5 \times 19) = 940,5 \text{ mm}$$

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{157 \times 240 \times 940,5}{200} \\ &= 177190,2 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_n &= 719269,5 + 177190,2 \\ &= 894459,7 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$0,75 \times 894459,7 \text{ N} \geq 359810,8 \text{ N}$$

$$672344,8 \text{ N} \geq 359810,8 \text{ N (AMAN)}$$

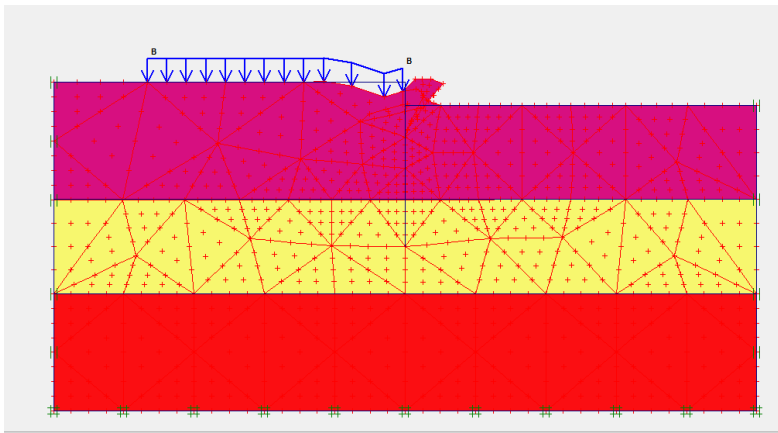
#### 5.2.4 Cek Penampang Profil

$$\begin{aligned}
 Z_o &= \frac{M_{desain}}{\sigma_{allow}} \times 10^6 \\
 &= \frac{406,028 \text{ kN.m}}{240000} \times 10^6 \\
 &= 1691,784 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

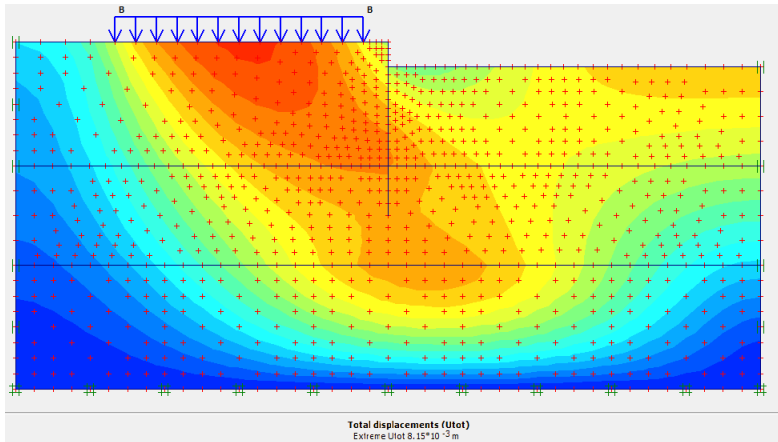
$$Z_o \leq Z$$

$$1691,784 \text{ cm}^3 \leq 41394,15 \text{ cm}^3 \text{ (AMAN)}$$

#### 5.2.5 Hasil Analisa Software Plaxis



Gambar 5. 7 Hasil Output Plaxis



Gambar 5. 8 Hasil Output Plaxis

Berdasarkan hasil analisa software Plaxis, didapatkan desain Soldier Pile **aman** terhadap kelongsoran dan memiliki nilai defleksi bangunan sebesar 0,815 cm.

### 5.2.6 Menghitung Tulangan Capping Beam

Data-data perencanaan untuk balok beton penahan adalah sebagai berikut:

- Dimensi Balok = (140x90) cm
- D tulangan utama = 16 mm
- D tulangan sengkang = 10 mm
- Mutu tulangan = 400 Mpa
- Mutu Beton = K 250
- $F_c'$  = 20,75 Mpa
- L (Bentang Balok) = 3 m
- Berat Jenis Beton = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Cover = 50 mm
- d = 900 – 50 – 10 – (16/2)  
= 832 mm

## Perhitungan Beban Merata Capping Beam

$$\begin{aligned}
 Q_t &= b \times h \times \text{Berat Jenis Beton} \\
 &= 1,4 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 3024 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= 0,85 \times \frac{\beta \times f'c}{f_y} \times \frac{600}{600+f_y} \\
 &= 0,85 \times \frac{0,85 \times 20,75}{400} \times \frac{600}{600+400} \\
 &= 0,022
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{max}} &= 0,75 \times \rho_b \\
 &= 0,016
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{min}} &= \frac{1,4}{f_y} \\
 &= \frac{1,4}{400} \\
 &= 0,0035
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{f_y}{0,85 \times f'c} \\
 &= \frac{400}{0,85 \times 20,75} \\
 &= 22,678
 \end{aligned}$$

## Momen Ultimate Capping Beam

$$\begin{aligned}
 M_u &= \frac{1}{12} \times Q_t \times L^2 \\
 &= \frac{1}{12} \times 3024 \times (3)^2 \\
 &= 2268 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

## Momen Nominal Capping Beam

$$\begin{aligned}
 M_n &= \frac{M_u}{0,8} \\
 &= \frac{2268}{0,8} \\
 &= 2835 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\
 &= \frac{2835 \times 10^4}{1400 \times 832 \times 832} \\
 &= 0,029
 \end{aligned}$$

Rasio Penulangan

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{1m} \times \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot m \times Rn}{fy}}\right) \\ &= \frac{1}{1 \times 22,678} \times \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 22,678 \times 0,029}{400}}\right) \\ &= 0,00254\end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned}\rho_{\text{min}} &< \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{max}} \\ 0,0035 &> 0,00254 < 0,01687\end{aligned}$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,00254$$

$$\begin{aligned}As &= \rho \times b \times d \\ &= 0,00254 \times 1400 \times 832 \\ &= 2958,108 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Perhitungan Jumlah Tulangan

$$\begin{aligned}As &= n \times 1/4 \times \pi \times D^2 \\ 2958,108 &= n \times 1/4 \times \pi \times 16^2 \\ n &= \frac{2958,108}{1/4 \times \pi \times 16^2} = 14 \text{ buah}\end{aligned}$$

Perhitungan Jarak Pemasangan

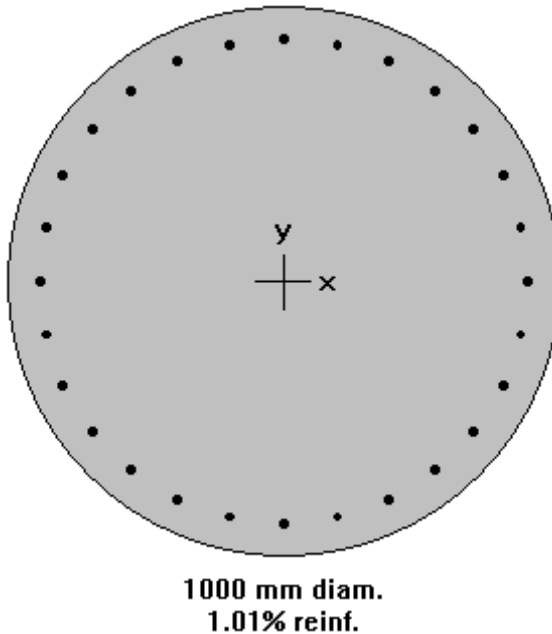
$$S = \frac{1400}{14} = 100 \text{ mm}$$

Jadi, pemasangan tulangan 14 D16-100

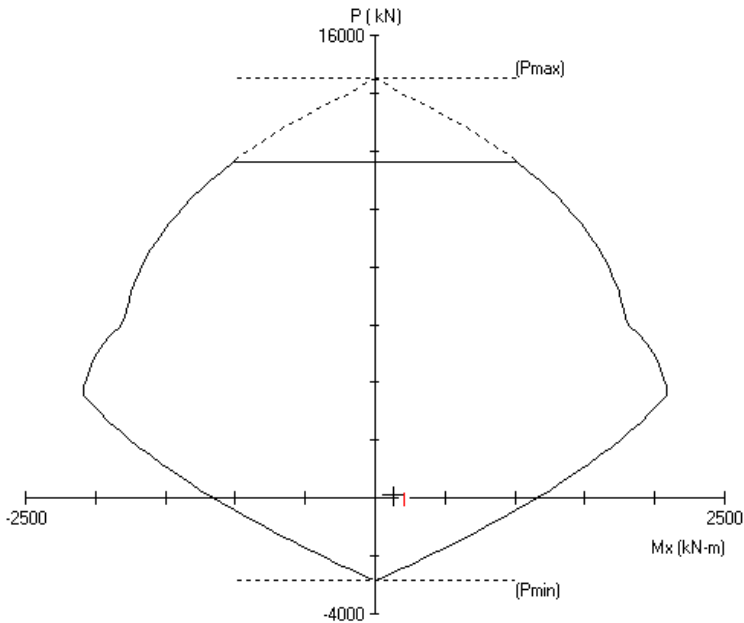


### 5.3 Perencanaan Soldier Pile Posisi Double

Dengan menggunakan program aplikasi PCA Column, direncanakan soldier pile ukuran 1000 mm dengan mutu beton K350, mutu tulangan 400 Mpa, tulangan utama berdiameter 19 mm dan jumlah tulangan 28 buah. Momen Maksimum diperoleh dari perhitungan 4.3.9 sebesar 134,962 kN.m, untuk menentukan material bahan yang dapat menahan momen maksimum tersebut. Gambar diagram interaksi penulangan dari PCA Column dapat dilihat pada Gambar 5.9



Gambar 5. 9 Penampang Soldier Pile



Gambar 5. 10 Diagram Interaksi Soldier Pile

Dari hasil pemograman PCA Column didapatkan data soldier pile dengan berikut :

Diameter = 1000 mm

$E_c$  = 25332 Mpa

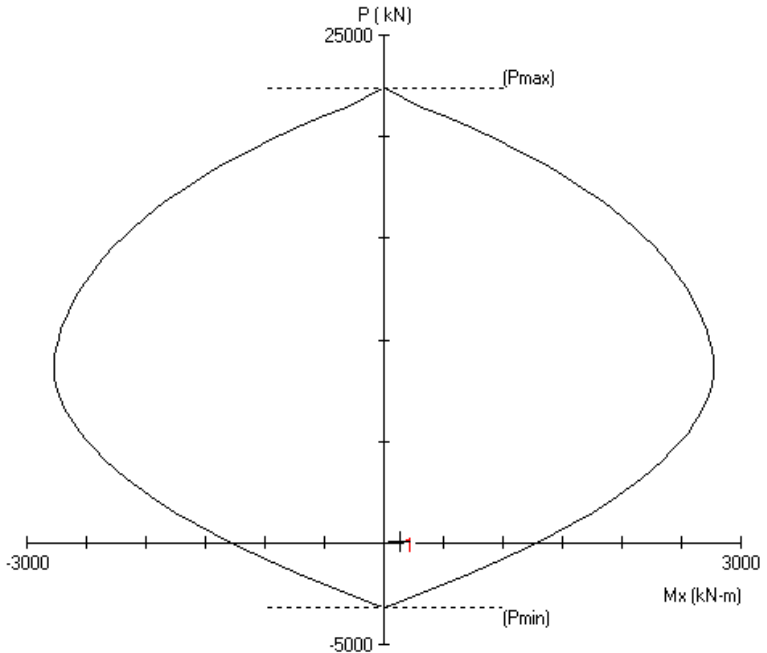
$I_x = I_y$  = 4908740 cm<sup>4</sup>

$\theta M_n$  = 1191,31 kN.m

$Z = \frac{1191,3 \text{ kN.m}}{29,05 \text{ MPa}} = 41,008 \text{ m}^3 \approx 41008,61 \text{ cm}^3$

### 5.3.1 Perhitungan Gaya Geser

Perhitungan untuk gaya geser pada soldier pile dimana  $V_u$  dicari dengan PCA Column, untuk mengetahui nilai  $M_n$  tanpa reduksi. Didapatkan nilai  $M_n$  tanpa reduksi dari PCA Column 1319,6 kN.m dan panjang turap yang dibutuhkan 5,6 meter. Gambar hasil  $M_n$  tanpa reduksi dari PCA Column seperti dibawah ini :



Gambar 5. 11 Diagram Interaksi Soldier Pile

$$\begin{aligned}
 V_u &= \frac{M_n \times 2}{L_n} \\
 &= \frac{1319,6 \times 2}{5,6} \\
 &= 471,285 \text{ kN} \approx 471285,7 \text{ N}
 \end{aligned}$$

### 5.3.2 Perhitungan Tulangan Geser

Dari hasil perhitungan gaya aksial pada perhitungan 5.2.1 didapatkan  $V_u = 471285,7 \text{ N}$ . Berdasarkan dengan SNI 2847-2013 pasal 11.1.1 desain panampang dikenai geser harus didasarkan pada :

$$\theta V_n \geq V_u$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_u = 471285,7 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0.17 \lambda \sqrt{f'_c} \times \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= 0.17 \times 1 \times \sqrt{29,05} \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 1000^2 \\ &= 719269,5 \text{ N} \end{aligned}$$

### 5.3.3 Perencanaan Tulangan Sengkang

Direncanakan tulangan sengkang spiral dengan diameter 10 dengan jarak 200 mm

$$V_s = \frac{A_v \times f_y \times d}{S}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \times \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \\ &= 157 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$d = 1000 - 40 - 10 - (0.5 \times 19) = 940,5 \text{ mm}$$

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{157 \times 240 \times 940.5}{200} \\ &= 177190,2 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_n &= 719269,5 + 177190,2 \\ &= 894459,7 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\theta V_n \geq V_u$$

$$0.75 \times 894459,8 \text{ N} \geq 471285,7 \text{ N}$$

$$672344,8 \text{ N} \geq 471285,7 \text{ N (Aman)}$$

### 5.3.4 Cek Penampang Profil

$$\begin{aligned}
 Z_o &= \frac{M_{desain}}{\sigma_{allow}} \times 10^6 \\
 &= \frac{134,961 \text{ kN.m}}{240000} \times 10^6 \\
 &= 562,340 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_o &\leq Z \\
 562,340 \text{ cm}^3 &\leq 41655.77 \text{ cm}^3 \text{ (Aman)}
 \end{aligned}$$

### 5.3.5 Menghitung Tulangan Capping Beam

Data-data perencanaan untuk capping beam adalah sebagai berikut:

- Dimensi Balok = (140x90) cm
- D tulangan utama = 16 mm
- D tulangan sengkang = 10 mm
- Mutu tulangan = 400 Mpa
- Mutu Beton = K 250
- $f_c'$  = 20,75 Mpa
- L (Bentang Balok) = 3 m
- Berat Jenis Beton = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Cover = 50 mm
- d = 900 – 50 – 10 – (16/2)  
= 832 mm

## Perhitungan Beban Merata Capping Beam

$$\begin{aligned}
 Q_t &= b \times h \times \text{Berat Jenis Beton} \\
 &= 1,4 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 3024 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= 0,85 \times \frac{\beta \times f'_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\
 &= 0,85 \times \frac{0,85 \times 20,75}{400} \times \frac{600}{600 + 400} \\
 &= 0,022
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{max}} &= 0,75 \times \rho_b \\
 &= 0,016
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{min}} &= \frac{1,4}{f_y} \\
 &= \frac{1,4}{400} \\
 &= 0,0035
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{f_y}{0,85 \times f'_c} \\
 &= \frac{400}{0,85 \times 20,75} \\
 &= 22,678
 \end{aligned}$$

## Momen Ultimate Capping Beam

$$\begin{aligned}
 M_u &= \frac{1}{12} \times Q_t \times L^2 \\
 &= \frac{1}{12} \times 3024 \times (3)^2 \\
 &= 2268 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

## Momen Nominal Capping Beam

$$\begin{aligned}
 M_n &= \frac{M_u}{0,8} \\
 &= \frac{2268}{0,8} \\
 &= 2835 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\
 &= \frac{2835 \times 10^4}{1400 \times 832 \times 832} \\
 &= 0,029
 \end{aligned}$$

Rasio Penulangan

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{1m} \times \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot m \times Rn}{fy}}\right) \\ &= \frac{1}{1 \times 22,678} \times \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 22,678 \times 0,029}{400}}\right) \\ &= 0,00254\end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned}\rho_{\text{min}} &< \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{max}} \\ 0,0035 &> 0,00254 < 0,01687\end{aligned}$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,00254$$

$$\begin{aligned}As &= \rho \times b \times d \\ &= 0,00254 \times 1400 \times 832 \\ &= 2958,108 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Perhitungan Jumlah Tulangan

$$\begin{aligned}As &= n \times 1/4 \times \pi \times D^2 \\ 2958,108 &= n \times 1/4 \times \pi \times 16^2 \\ n &= \frac{2958,108}{1/4 \times \pi \times 16^2} = 14 \text{ buah}\end{aligned}$$

Perhitungan Jarak Pemasangan

$$S = \frac{1400}{14} = 100 \text{ mm}$$

Jadi, pemasangan tulangan 14 D16-100

### 5.3.6 Menghitung Tulangan Balok Penahan

Data-data perencanaan untuk balok penahan adalah sebagai berikut:

- Dimensi Balok = (70x90) cm
- D tulangan utama = 16 mm
- D tulangan sengkang = 10 mm
- Mutu tulangan = 400 Mpa
- Mutu Beton = K 250
- $F_c'$  = 20,75 Mpa
- L (Bentang Balok) = 3 m

- Berat Jenis Beton = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Cover = 50 mm
- d = 900 – 50 – 10 – (16/2)  
= 832 mm

Perhitungan Beban Merata Balok Penahan

$$\begin{aligned} Q_t &= b \times h \times \text{Berat Jenis Beton} \\ &= 0,7 \text{ m} \times 0,9 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1512 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= 0,85 \times \frac{\beta \times f'_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,85 \times \frac{0,85 \times 20,75}{400} \times \frac{600}{600 + 400} \\ &= 0,022 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,016 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \times f'_c} \\ &= \frac{400}{0,85 \times 20,75} \\ &= 22,678 \end{aligned}$$

Momen Ultimate Balok Penahan

$$\begin{aligned} M_u &= \frac{1}{12} \times Q_t \times L^2 \\ &= \frac{1}{12} \times 1512 \times (3)^2 \\ &= 1134 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Momen Nominal Balok Penahan

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_u}{0,8} \\ &= \frac{1134}{0,8} \\ &= 1417,5 \text{ kg.m} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 Rn &= \frac{Mn}{b \times d^2} \\
 &= \frac{1417,5 \times 10^4}{700 \times 832 \times 832} \\
 &= 0,029
 \end{aligned}$$

Rasio Penulangan

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{1m} \times \left( 1 - \sqrt{\frac{2 \cdot m \times Rn}{fy}} \right) \\
 &= \frac{1}{1 \times 22,678} \times \left( 1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 22,678 \times 0,029}{400}} \right) \\
 &= 0,00254
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{min}} &< \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{max}} \\
 0,0035 &> 0,00254 < 0,01687
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,00254$$

$$\begin{aligned}
 As &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,00254 \times 700 \times 832 \\
 &= 1479,05 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan Jumlah Tulangan

$$\begin{aligned}
 As &= n \times 1/4 \times \pi \times D^2 \\
 1479,05 &= n \times 1/4 \times \pi \times 16^2 \\
 n &= \frac{1479,05}{1/4 \times \pi \times 16^2} = 7 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

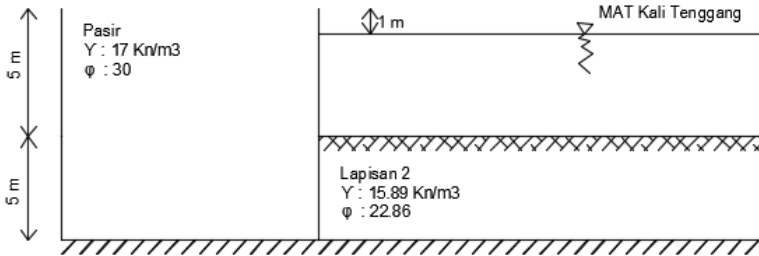
Perhitungan Jarak Pemasangan

$$S = \frac{1400}{14} = 100 \text{ mm}$$

Jadi, pemasangan tulangan 7 D16-100

#### 5.4 Perencanaan Cofferdam Berbentuk Diafragma

Cofferdam berbentuk diafragma, dengan tanah timbunan (pasir+kerikil)  $\gamma$  isi = 17 kN/m<sup>3</sup> dan  $\phi$  isi = 30°.



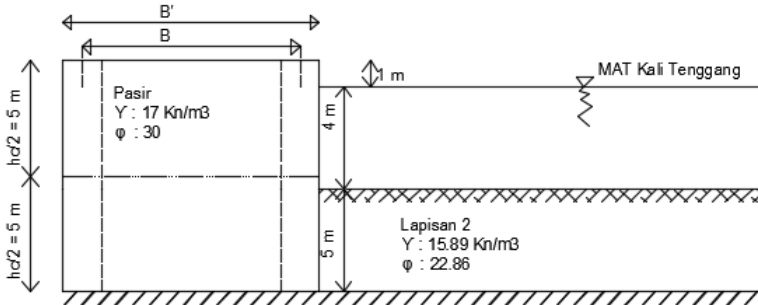
Gambar 5. 12 Sketsa Cofferdam

Gesekan kaitan = 0,3 , Tegangan kaitan = 1160 kN/m, dan  $\tan \delta$  untuk dinding turap pada isi = 0,4

##### 5.4.1 Stabilitas Geser

Berat dari tanah sel total terhadap batuan adalah untuk menemukan lebar B dan stabilitas geser, akan ada kekuatan air yang pada ketinggian sel di kedalaman 5 meter. Air memiliki  $K_a = 1$  dan untuk tanah  $K_{a1} = 0,440$  (22,86°), kekuatan lateral sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_w &= \frac{1}{2} \gamma_w H_c^2 (1) \\
 &= \frac{1}{2} \times 9,807 \times 10^2 \times (1) \\
 &= 490,35 \text{ kN} \\
 y_w &= \frac{9}{3} = 3,333 \text{ m} \\
 P_a &= \frac{1}{2} \gamma_s H_s^2 (0,333) \\
 &= \frac{1}{2} \times 15,89 \times 5^2 \times (0,440) \\
 &= 87,48 \text{ kN} \\
 y_s &= \frac{5}{3} = 1,667 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 5. 13 Sketsa Cofferdam

Dengan garis saturasi setengah ketinggian sel  $9/2 = 4,5$  m dan berat W unit (1 m) lebar dalam hal sel lebar adalah

$$\begin{aligned} W &= BY's \times 10/2 + BY's \times 10/2 \\ &= B (17 + 15,89) \times 5 = \mathbf{164,45 \text{ B kN}} \end{aligned}$$

Perlawanan geser adalah  $W \tan \delta \rightarrow W \tan \phi$ , memberikan

$$F_{sr} (164,45 B \tan 22,86^\circ) = 164,45 B \times 0.577 = \mathbf{69,331 B}$$

Untuk stabilitas geser  $N_s = 1,25$ , kita memperoleh lebar efektif sel

$$\begin{aligned} 69,331 B &= SF (P_w + P_a) \\ B &= \frac{1,25 (490,35 + 87,48)}{69,331} \\ &= \mathbf{10,417 \text{ m}} \end{aligned}$$

#### 5.4.2 Mencari lebar untuk stabilitas

Mencari lebar untuk stabilitas dan mengambil momen tentang sel pada titik berat gambar di 5.4.1

$$\begin{aligned} Mo &= P_w y_w + P_a y_s \\ &= 490,35 \times 3,333 + 87,48 \times 1,667 = 1780,298 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Mencoba memberikan nilai tetap eksentrisitas dasar dalam tengah satu-ketiga, memberikan

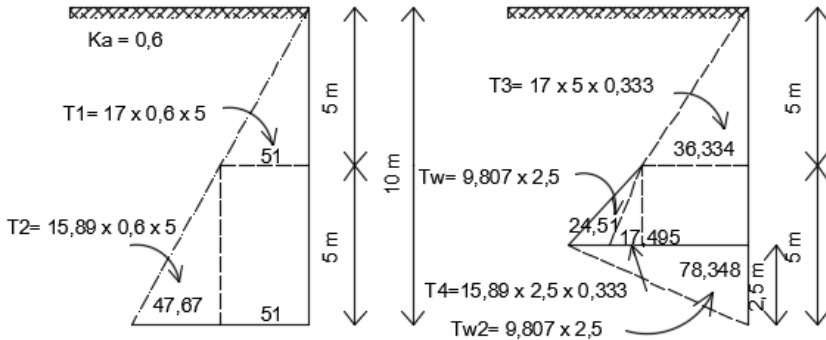
$$e = \frac{B}{6} \quad \text{dan} \quad W_e = Mo \times SF$$

Dengan  $W = 164,45 B$  dan  $SF = 1,25$ , kita mendapatkan penggantian terdahulu

$$164,45 B \times B/6 = 1780,298 \times 1,25$$

$$B^2 = \frac{6 \times 1780,298 \times 1,25}{164,45}$$

$$B = \sqrt{81,193} = 9,01 \text{ m}$$



Gambar 5. 14 Tekanan Tanah

Memeriksa yang menjungkir balikkan dengan gesekan pada tumit, memiliki  $P_w = 397,183 \text{ kN}$ ,  $P_a = 55,99 \text{ kN}$ , dan  $f = 0,40$ , memberikan :

$$B (P_w + P_a) f_s = M_o \times SF$$

$$B = \frac{1780,298 \times 1,25}{577,83 \times 0,4}$$

$$B = 9,628 \text{ m} \geq 9,01 \text{ m}$$

### 5.4.3 Cek geser

Geser dihitung menggunakan data  $M_o$  dari langkah berikut ini:

$$V = \frac{1,5 M_o}{8,731} = \frac{1,5 \times 1780,298}{9,628} = 277,358 \text{ kN}$$

Geser melawan terdiri dari  $P_s \tan \phi + R_{ill}$ , menghitung  $P_s$  sebagai berikut:

$$P_s = 51 \times \frac{5}{2} + \left(51 + \frac{47,67}{2}\right) \times 5$$

$$= 127,5 + 374,175 = 501,675 \text{ kN/m}$$

$$V_s = P_s \tan \phi = 501,675 \times 0,421 = 211,5 \text{ kN/m}$$

Untuk  $R_{ill}$  digunakan cara mencoba nilai-nilai, seperti ini :

$$\begin{aligned}
P_t &= T_3 \times \frac{5}{2} + \left( \frac{T_{w2} + T_3}{2} \cdot \frac{5}{2} \right) \times T_{w2} \times \frac{2,5}{2} \\
&= 90,873 + 143,354 + 97,935 = \mathbf{332,127 \text{ kN}} \\
R_{ill} &= P_t f_i = 332,127 \times 0,3 = \mathbf{99,638 \text{ kN}} \\
V_r &= V_s + R_{ill} = 221,503 + 99,638 \\
&= \mathbf{311,141 \text{ kN}} \geq 277,358 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$SF \text{ dihasilkan} = \frac{311,141}{277,358} = \mathbf{1,12} < 1,25$$

Mencari stabilitas geser dan menggulingkan untuk nilai B yang sedang digunakan, melihat bahwa B apapun lebih besar hanya akan meningkatkan stabilitas angka-angka. Meningkatkan B jadi sel geser stabilitas adalah setidaknya 1,25. Maka dapat melakukan ini dengan meningkatkan B sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\frac{1,5 Mo}{B} &= \frac{Vr}{SF} \\
\text{Maka, } B &= \frac{1,5 \times 1780,3 \times 1,25}{311,141} \\
&= 10,728 \text{ m} \geq 9,628 \text{ m}
\end{aligned}$$

#### 5.4.4 Cek Tegangan

Periksa interlock ketegangan menggunakan penggunaan material disesuaikan dengan brosur yang akan digunakan pada bangunan cofferdam, seperti berikut ini :

$$t_i = \frac{T t r}{C} = T_t r \leq \frac{1160}{SF}$$

Mengganti nilai-nilai, untuk memperoleh 78,348 kPa

$$78,348 \text{ r} = 1160/2$$

$$r = 580/78,348 = \mathbf{7,40 \text{ m}}$$

Mencoba merubah nilai ini dan menggunakan  $r = L = \mathbf{10,7 \text{ m}}$ .

Sekarang memiliki desain dimensi untuk sel ini sebagai berikut:

$B = 10,7 \text{ m}$   $r = L = 7,5 \text{ m}$  ketinggian sel  $H_c = 10 \text{ m}$

#### 5.4.5 Menghitung Jumlah Kebutuhan Pile

Menghitung jumlah yang diperlukan pile dan akhir sel dimensi (tidak dapat menggunakan pecahan pile, dan harus menggunakan

apa saja tersedia baik untuk pile dan potongan Y). Kebutuhan pile disesuaikan dengan material yang terdapat pada brosur, seperti berikut ini:

- a. plot dimensi panjang dinding = 9,728 m. Ini dikurangi dengan dua kaki Y 0.260 m  
 $\text{pile} = [9,728 - 2(0.260)] / 0.5 = 8,888/0.5 = \mathbf{18 \text{ pile}}$   
 Sisi dinding  $L_w = 17,776 \times 0,5 + 0.52 = \mathbf{9,40 \text{ m}}$
- b. mendapatkan pile di busur. Panjang busur awal  
 $L_{\text{arc}} = r \varphi = 7,5 (0,866) = \mathbf{6,495 \text{ m}}$   
 $\text{Pile} = (6,495 - 0.52)/0.5 = \mathbf{12 \text{ pile}}$   
 $\text{Actual } L_{\text{arc}} = 12 \times 0,5 + 0.52 = \mathbf{6,52 \text{ m}}$   
 $\text{Actual } r = L_{\text{arc}} / \varphi = 6,52/0,866 = \mathbf{7,528 \text{ m}}$
- c. Actual efektif B adalah sekitar mencoba, kita mendapatkan  $0.04r = B - 9,4$ . Penyelesaian seperti dibawah ini:  
 $B = 9,4 + 0,07 (7,528) = \mathbf{10 \text{ m}}$   
 Karena ini lebih besar daripada yang terakhir dihitung  $B = 10,728$  tampaknya bahwa perhitungan aman. Lebar penuh sel, seperti berikut ini :  
 $B' = L_w + 2(r - r \cos 22,86^\circ)$   
 $= 9,4 + 2(7,528 - 7,528 \cos 22,86^\circ)$   
 $= 9,4 + 1,186 = \mathbf{10,591 \text{ m}}$
- d. Jumlah pile sel didasarkan pada dinding yaitu :  
 Sisi dinding =  $\mathbf{18 \text{ pile}}$   
 2 akhir busur =  $2 \times 12 = \mathbf{24 \text{ pile}}$   
 Total =  $\mathbf{42 \text{ pile}} + 120 \text{ Ys}$
- e. Mengisi sel perkiraan yang volume di atas mengeruk sebesar seperti dibawah ini  
 $V_{\text{fill}} = BrH = 10 \times 7,528 \times 4,999$   
 $= \mathbf{376,317 \text{ m}^3}$

### 5.4.6 Cek Kapasitas Dukung Tanah

Dengan menggunakan b dari pembulatan yaitu 10,7 meter

$$\begin{aligned} V &= W \times B \\ &= 327,328 (10,7) \\ &= 1764,29 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= P_w - P_a \\ &= 490,35 - 87,48 \\ &= 402,87 \text{ kN} \end{aligned}$$

$\Phi = 22,86^\circ$ , mendapatkan nilai  $N_q = 8,859$  dan  $N_\gamma = 6,131$  dengan cara interpolasi antara  $\Phi = 20^\circ$  dengan  $\Phi = 25^\circ$

$$\begin{aligned} i_q &= \left(1 - 0,5 \frac{H}{V}\right)^5 \\ &= 0,545 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i_\gamma &= \left(1 - 0,7 \frac{H}{V}\right)^5 \\ &= 0,418 \end{aligned}$$

$$s_\gamma = 0,6$$

$$\begin{aligned} s_q &= 1 + \frac{B}{L} \tan \Phi \\ &= 1,422 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_q &= 1 + \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 k \\ &= 1,069 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{ultimate} &= q N_q s_q d_q i_q + \frac{1}{2} \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma \\ &= (79,45) (8,859) (1,422) (1,069) (0,545) + \frac{1}{2} (15,89) \\ &\quad (6,131) (1) (0,418) \\ &= 714,948 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SF &= \frac{q_{ultimate}}{w} \\ &= \frac{714,948}{165,45} \\ &= 4,35 > 3,0 \end{aligned}$$

SF kapasitas daya dukung tanah aman, sehingga tidak perlu penambahan material.

#### 5.4.7 Hasil Rekapitulasi

Hasil yang diperoleh dari perhitungan untuk perencanaan cofferdam, didapatkan hasil seperti pada tabel berikut :

Tabel 5. 3 Hasil rekapitulasi SF perhitungan

SF Geser	SF Daya Dukung
1,25	4,35



**BAB VI**  
**PERHITUNGAN RAB METODE**  
**PEKERJAAN**

## **BAB VI**

### **PERHITUNGAN RAB METODE PEKERJAAN**

#### **6.1 Perencanaan Biaya Sheet Pile (Single dan Double)**

Analisa Biaya menggunakan sheet pile pada proyek pengendalian banjir air rob kota semarang, harga material diambil dari lokasi tempat proyek tersebut. Untuk detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran, total biaya yang dibutuhkan untuk menggunakan metode sheet pile (single dan double) adalah Rp. 68.143.897.307 belum termasuk PPN pajak 10%.

#### **6.2 Perencanaan Biaya Sheet Pile Dan Ground Anchor**

Analisa Biaya menggunakan metode sheet pile dan ground anchor pada proyek pengendalian banjir air rob kota semarang, harga material diambil dari lokasi tempat proyek tersebut. Untuk detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran, total biaya yang dibutuhkan untuk menggunakan metode sheet pile dan ground anchor adalah Rp. 77.905.021.907 belum termasuk PPN pajak 10%.

#### **6.3 Perencanaan Biaya Soldier Pile (Single dan Double)**

Analisa Biaya menggunakan metode soldier pile (single dan double) pada proyek pengendalian banjir air rob kota semarang, harga material diambil dari lokasi tempat proyek tersebut. Untuk detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran, total biaya yang dibutuhkan untuk menggunakan metode soldier pile (single dan double) adalah Rp. 54.619.166.966 belum termasuk PPN pajak 10%.

#### **6.4 Perencanaan Biaya Sheet Pile (Single) Dan Cofferdam**

Analisa Biaya menggunakan metode sheet pile (single) dan cofferdam pada proyek pengendalian banjir air rob kota semarang, harga material diambil dari lokasi tempat proyek tersebut. Untuk detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran, total biaya yang dibutuhkan untuk menggunakan metode sheet pile (single) adalah Rp. 99.515.328.317 belum termasuk PPN pajak 10%.

## **BAB VII**

## **KESIMPULAN**

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN**

Dalam perencanaan Tugas Akhir ini dapat diperoleh beberapa kesimpulan antara lain:

1. Angka keamanan (safety factor) kondisi eksisting dinding penahan tanah (turap) sheet pile single 0,995 dan sheet pile double 3. Angka keamanan yang aman untuk bangunan dinding penahan tanah adalah  $\geq 1,5$ .
2. Fungsi sheet pile single belum aman sebagai dinding penahan tanah dikarenakan SF perhitungan  $<$  SF aman, sehingga membutuhkan penambahan alternatif agar kekuatan dinding penahan tanah tersebut aman. Dan untuk fungsi sheet pile double sudah aman dikarenakan SF perhitungan  $>$  SF aman.
3. Alternatif yang dapat digunakan untuk sebagai perkuatan baru adalah alternatif pertama dengan mengkombinasikan sheet pile dengan ground anchor, alternatif kedua dengan soldier pile dan alternatif ketiga dengan mengkombinasikan sheet pile dengan cofferdam
4. Perbandingan perkuatan eksisting dengan alternatif lain :
  - a. Untuk perkuatan eksisting membutuhkan dana cukup mahal, namun memiliki tahapan metode pelaksanaan yang cukup aman dilapangan dikarenakan tidak mengganggu lingkungan Kali Tenggang dan .
  - b. Untuk perkuatan sheet pile yang dikombinasikan dengan ground anchor membutuhkan dana cukup mahal, dan memiliki tahapan metode pelaksanaan yang sulit saat pengerjaan dilapangan dikarenakan harus memasang ground anchor disaat tidak adanya air rob Kali Tenggang.
  - c. Untuk perkuatan soldier pile menghabiskan dana cukup murah, dan memiliki tahapan metode pelaksanaan yang cukup sulit dikarenakan membutuhkan peralatan yang baik saat pengeboran

- dan efisiensi saat pengecoran. Ditambah soldier pile menghabiskan durasi hari yang sangat lama dibandingkan dengan metode perkuatan yang lainnya.
- d. Untuk perkuatan sheet pile yang dikombinasikan dengan cofferdam membutuhkan dana yang sangat mahal, dan memiliki tahapan metode pelaksanaan yang cukup rumit untuk dilaksanakan di lapangan. Karena kondisi lapangan padat dengan pemukiman penduduk, akses ponton hanya bisa untuk area Kali Tenggara saja dan tidak bisa ke area tambak.
5. Biaya perkuatan eksisting menggunakan sheet pile (single dan double) adalah Rp. 68.143.897.307, biaya perkuatan menggunakan sheet pile yang dikombinasikan dengan ground anchor adalah Rp. 77.905.021.907, biaya perkuatan menggunakan soldier pile adalah Rp. 54.619.166.966, dan biaya menggunakan sheet pile yang dikombinasikan dengan cofferdam adalah Rp. 99.515.328.317.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- Das, B.M., 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid I. Diterjemahkan oleh N. Endah & I. B. Wahyudi, Herman, 1999, Daya Dukung Pondasi Dangkal.FTSP ITS, Surabaya .  
Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Bowles, J.E., 1993. *Analisis dan Desain Pondasi*. Diterjemahkan oleh Fernando & P. Silaban. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Mochtar. Jakarta: Penerbit Erlangga. Das, B. M. (1993). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. (N. Endah & I. B. Mochtar, Eds.) (Jilid 2). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Hardiyatmo, H.C., 2010. *Analisis dan Perancangan Fondasi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press, pp. 1–9..
- Hardiyatmo, H.C., 1994. *Mekanika Tanah 2*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**LAMPIRAN 1**  
**HASIL PENGAMATAN BORINGLOG**

# HASIL PENYELIDIKAN

## 3

### 3.1 HASIL PENGAMATAN BORING

Dari percobaan boring diketahui profil tanah dasar pada lokasi BM.1 sampai kedalaman – 50,00 meter kondisi tanah sebagai berikut :

#### 3.1.1 Pada Lokasi Bor BM.01 :

- Kedalaman 0 s/d – 5,00 m tanah berupa Pasir, kerikilan, coklat gelap kehitaman, sedikit bintik putih, lunak.
- Kedalaman – 5,00 s/d – 9,00 m tanah berupa Lempung pasiran, abu-abu kehitaman, lunak.
- Kedalaman – 9,00 m s/d – 14,00 m tanah berupa Lempung, sedikit pasir, terdapat kulit kerang, abu-abu gelap kehitaman, lunak.
- Kedalaman – 14,00 m s/d – 19,00 m tanah Lempung liat, terdapat kulit kerang, abu-abu gelap, terdapat bintik putih, lunak.
- Kedalaman – 19,00 m s/d – 27,00 m tanah berupa Lempung liat, sedikit kulit kerang, abu-abu gelap sedikit kecoklatan, terdapat bintik putih, lunak.
- Kedalaman – 27,00 m s/d – 33,00 m tanah Lempung liat, abu-abu gelap kehitaman, lunak.
- Kedalaman – 33,00 m s/d – 37,00 m tanah berupa Lempung liat, abu-abu gelap kehitaman, sedikit kecoklatan, lunak.
- Kedalaman – 37,00 m s/d – 42,00 m tanah berupa Lempung, sedikit pasir, abu-abu gelap kehitaman, sedikit coklat, lunak.
- Kedalaman – 42,00 m s/d – 48,00 m tanah berupa Lempung padat, sedikit kerikil, hitam keabuan, terdapat bintik putih, agak keras.
- Kedalaman – 48,00 m s/d – 50,00 m tanah berupa Lempung, sedikit pasir, terdapat sedikit batu karang, coklat gelap keabuan, terdapat bintik putih, agak keras.

**LAMPIRAN 2**  
**DATA TANAH LABORATORIUM**

Terdapat muka air tanah pada kedalaman – 0,50 m.

### 3.2 HASIL PENYELIDIKAN LABORATORIUM

Dari hasil penyelidikan dengan kekuatan geser langsung diketahui sifat-sifat tanah setempat sebagai berikut:

No	Sample	Depth	Gs	W	c	$\phi$
	No	(m)		(%)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(°)
1	TB.01	4,50 - 5,00	2,628	29,753	0,109	31,34
2	TB.02	9,50 - 10,00	2,621	56,042	0,072	22,86
3	TB.03	14,50 - 15,00	2,615	65,132	0,048	26,20
4	TB.04	19,50 - 20,00	2,614	74,684	0,076	21,72
5	TB.05	24,50 - 25,00	2,635	71,271	0,072	26,20

# **LAMPIRAN 3**

## **DATA TOPOGRAFI**



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK JURISAN SIPIL  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

### PROYEK

PENGENDALIAN BANJIR  
DAN ROB KOTA SEMARANG  
(PAKET 2)

### LOKASI

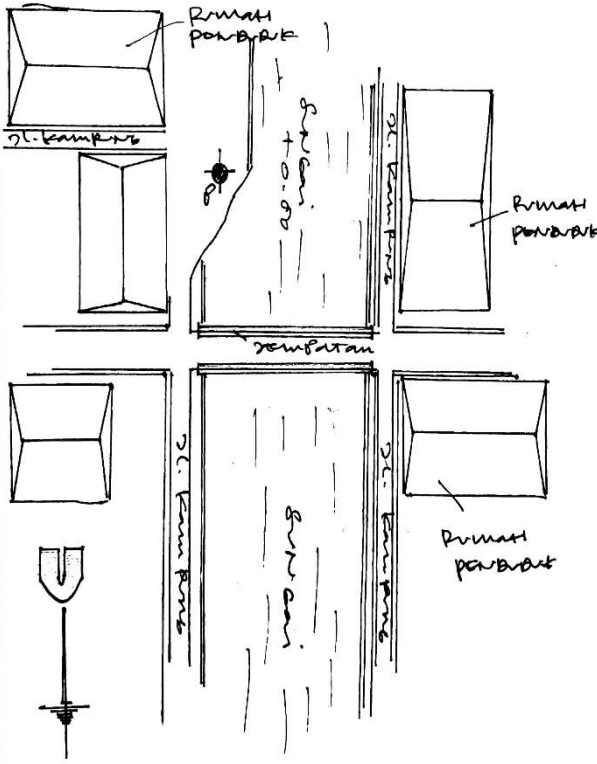
JEMBATAN DEANDLES  
KEL. TAMBAK REJO  
KEC. GAYAMSARI SMG

CV. STUDI TEKNIK

### TANGGAL TEST

6 FEBRUARI 2017

TITIK BOR JEMBT DEANDLES



**LAMPIRAN 4**  
**SUMMARY OF SOIL DATA**



# SUMMARY OF SOIL DATA

PEKERJAAN PROYEK : PENGENDALIAN BANJIR DAN ROB KOTA SEMARANG  
LOKASI : JEMBATAN DEANDLES KEL. TAMBAKREJO SEMARANG

No. Sample	Depth (m)	Gs	W (%)	$\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	e	n (%)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	Atterberg Limits	Gravel %	Sand %	Sh %	Clay %	PERMEABILITY LABORATORIUM	PERMEABILITY LAPANGAN
										LL, PL, PI						
1	TB-01	4.50 - 5.00	2.628	1.875	1.445	0.819	0.450	0.109	31.34	NON PLASTIS	2.58	75.51	8.77	13.15	4.371 X 10-4	14.904 X 10-4
2	TB-02	9.50 - 10.00	2.621	1.589	1.018	1.574	0.811	0.072	22.86	30.41 25.00 5.41	7.63	39.36	18.56	34.46	8.405 X 10-5	2.669 X 10-4
3	TB-03	14.50 - 15.00	2.615	1.576	1.015	1.576	0.812	0.048	26.20	39.33 25.47 13.86	5.63	28.41	23.09	42.88	2.894 X 10-5	13.315 X 10-5
4	TB-04	19.50 - 20.00	2.614	1.659	0.950	1.752	0.637	0.076	21.72	33.33 25.83 7.50	6.28	31.26	27.76	34.71	2.175 X 10-5	11.061 X 10-5
5	TB-05	24.50 - 25.00	2.635	1.607	0.939	1.807	0.644	0.072	26.20	25.77 20.00 5.77	7.47	34.86	17.30	40.37	2.185 X 10-5	9.981 X 10-5
6	TB-06	29.50 - 30.00	2.614	1.713	1.160	1.254	0.556	0.469	26.32	30.50 23.58 6.92	5.88	38.76	27.77	27.60	1.819 X 10-5	8.994 X 10-5
7	TB-07	34.50 - 35.00	2.601	1.704	1.168	1.227	0.551	0.592	31.34	36.50 24.53 11.97	6.38	40.06	32.14	21.43	1.607 X 10-5	8.691 X 10-5
8	TB-08	39.50 - 40.00	2.591	1.786	1.229	1.109	0.526	0.362	34.19	25.00 19.82 5.18	6.05	43.58	25.96	24.39	8.707 X 10-6	6.138 X 10-5
9	TB-09	44.50 - 45.00	2.604	1.836	1.301	1.001	0.500	0.241	45.86	26.00 21.94 4.06	4.43	37.28	33.14	25.18	9.911 X 10-6	5.061 X 10-5
10	TB-10	49.50 - 50.00	2.612	1.901	1.361	0.920	0.478	0.342	47.75	40.00 26.41 13.59	6.03	30.51	29.46	34.01	11.589 X 10-6	3.961 X 10-5


Semarang, Februari 2017  
Laboratorium Mekanika Tanah Unissula  
Kapala,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
(UNISSULA)

## **LAMPIRAN 5**

### **DATA TANAH BORELOG**



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS SILANG KRISTIAN JAWA**  
**SEMARANG**

**PROJECT :** PENGELOMPOKAN BANJIR DAN ROBA KOTA SEMARANG ( PAKET 2 )  
**LOCATION :** SEMARANG **DISCIPLIN BY :** Ir. H. DJOKO SUSILO ADHY, MT  
**Div No :** BM. DEANDELES **ELEVATION EXISTING :** 1.5  
**DATE START :** 6 FEBRUARI 2017 **DATE FINISH :** 9 FEBRUARI 2017  
**MASTER BOR :** BUGENGO **DEPTH OF CMC :** 0.5  
**DEPTH OF BOR :** 50.0 m ( 0 - 50m ) **TYPE OF HAMMER :** Automatic Hammer  
**Note :** Pengamatan GWT Saat Pelaksanaan Pengeloran

**SAMPLE TYPE :** UDS & US

**RACKLETYPE :**

Depth (m) Depth of GWT	SPT (N)				STANDARD PENETRATION (N)		USC	% of Core	SOIL SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	ELEVATION (m)
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N	10	20					
0					5	10					1.5
1						15					0.5
2	3	5	7	12		20				PASIR KRILAN COKLAT GELAP KEHITAMAN SEDIKIT BINTIK PUTIH, LUNAK	-0.5
3						25					-1.5
4						30					-2.5
5	5	8	10	18		35					-3.5
6						40					-4.5
7						45					-5.5
8						50					-6.5
9	2	2	3	5						LEMPUNG PASIRAN ABU - ABU KEHITAMAN, LUNAK	-7.5
10											-8.5
11	1	1	2	3							-9.5
12											-10.5
13	1	1	2	3						LEMPUNG SEDIKIT PASIR TERDAPAT KULIT KERANG ABU - ABU GELAP KEHITAMAN, LUNAK	-11.5
14											-12.5
15	1	2	2	4							-13.5
16											-14.5
17	1	2	3	5						LEMPUNG LIAT TERDAPAT KULIT KERANG ABU - ABU GELAP TERDAPAT BINTIK PUTIH, LUNAK	-15.5
18											-16.5
19											-17.5
20	2	3	5	8							-18.5
21											-19.5
22	2	2	3	5							-20.5
23											-21.5
24										LEMPUNG LIAT SEDIKIT KULIT KERANG ABU - ABU GELAP SEDIKIT KEKOKELATAN TERDAPAT BINTIK PUTIH, LUNAK	-22.5
25	2	2	4	6							-23.5
26											-24.5
27	4	5	8	13							-25.5
28											-26.5
29											-27.5
30	5	5	8	13						LEMPUNG LIAT ABU - ABU GELAP KEHITAMAN, LUNAK	-28.5
31											-29.5

**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**FACULTAS TEKNIK JOURNAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS SEPULUH NOPEMBER**  
**SEMARANG**

**PROJEK : PENGENDALIAN BANJIR DAN ROBO KOTA SEMARANG ( PAKET 2 )**  
**LOKASI : SEMARANG**  
**DESKRIPSI BY : M. H. DJOKO SUSILO ADHY, MT**  
**DAYA RUM : BSM DEANDHELLES**  
**ELEVATION EXISTING : 1.5**  
**CADRE TANGGAL : 9 FEBRUARI 2017**  
**CADRE PERAK : 19 FEBRUARI 2017**  
**MASTER ROBO : BUDIONO**  
**DEPTH OF GRL : 0.8**  
**DEPTH OF BOB : 50.0 m ( 0 - 50m )**  
**TYPE OF HAMMER : Automatic Hammer**

**SAMPLE TYPE : UDS & US**  
**BACKFILL TYPE :**

**Note : Pengamatan GRL Saat Pelaksanaan Pengukuran**

Depth (m)	SPT (N)				STANDARD PENETRATION (N)		USC	% of Core	SOIL SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	ELEVATION (m)
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N	N					
32	4	8	7	13							-32.5
33											-31.5
34											-30.5
35	5	6	8	14			31.45-35.5	100%		LEMPUNG LIAT ABU - ABU GELAP KEHITAMAN SEDIKIT RECORLATAN, LUNAK	-33.5
36											-34.5
37	5	9	9	18							-35.5
38							36.30-40.5	100%		LEMPUNG SEDIKIT PASIR ABU - ABU GELAP KEHITAMAN SEDIKIT COKLAT, LUNAK	-37.5
39	7	8	10	18							-38.5
40											-39.5
41											-40.5
42	11	14	17	37							-41.5
43											-42.5
44							44.30-48.5	100%		LEMPUNG PADAT SEDIKIT KRILIK HITAM KEABUAN TERDAPAT BINTIK PUTIH, AGAK KERAS	-43.5
45	9	16	18	34							-44.5
46											-45.5
47	12	16	20	36							-46.5
48											-47.5
49	14	18	20	38			50.30-53.5	100%		LEMPUNG SEDIKIT PASIR TERDAPAT SEDIKIT BATU KARANG COKLAT GELAP KEABUAN TERDAPAT BINTIK PUTIH, AGAK KERAS	-48.5
50											-49.5
51										End of this boring, casing down to 50.0 meter	-48.5
52							54.30-58.5	100%			-51.5
53											-52.5
54											-53.5
55											-54.5
56											-55.5
57											-56.5
58											-57.5
59							59.30-63.5	100%			-58.5
60											-59.5
61											-60.5
62											-61.5
63											-62.5
64											-63.5
65											-64.5
66											-65.5
67							64.30-68.5	100%			-66.5

**LAMPIRAN RAB 6**  
**METODE SHEET PILE, GROUND**  
**ANCHOR, SOLDIER PILE DAN**  
**COFFERDAM**

**RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB 1)**  
**CCSP**

No	Item Pekerjaan	Sat	Vol	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I	Pembersihan Lahan	ls	1	30.000.000	30.000.000
	<b>Total</b>				<b>30.000.000</b>
II	Mobilisaasi dan Demobilisasi	ls	1	50.000.000	50.000.000
	<b>Total</b>				<b>50.000.000</b>
III	Administrasi dan Dokumentasi	ls	1	5.000.000	5.000.000
	<b>Total</b>				<b>5.000.000</b>
IV	Direksi Keet	ls	1	50.000.000	50.000.000
	<b>Total</b>				<b>50.000.000</b>
V	<b>Pekerjaan CCSP Single</b>				
1	Pembelian dan Pengangkutan	m'	1501	21.315.142	32.001.786.403
2	Pengangkutan	m'	1501	204.316	306.752.687
3	Pemancangan	m'	1501	9.083.000	13.636.889.212
4	Pembobokan	buah	1502	535.488	804.302.976
	<b>Total</b>				<b>46.749.731.278</b>
VI	<b>Pekerjaan CCSP Double</b>				
1	Pembelian dan Pengangkutan	m'	554	21.315.142	11.801.810.287
2	Pengangkutan	m'	554	204.316	113.126.092
3	Pemancangan	m'	554	9.083.000	5.029.093.606
4	Pembobokan	buah	554	535.488	296.490.067
	<b>Total</b>				<b>17.240.520.051</b>
VII	<b>Pekerjaan Balok Penahan</b>				
1	Pekerjaan bekisting balok penahan	m2	997	279.749	278.805.574
2	Pekerjaan Penulangan balok penahan	kg	1847.914	16.826	31.092.995
3	Pekerjaan pengecoran balok penahan	m3	145.3415	1.105.613	160.691.479
	<b>Total</b>				<b>470.590.049</b>
VIII	<b>Pekerjaan Capping beam</b>				
1	Pekerjaan bekisting capping beam	m2	6576	279.749	1.839.670.603
2	Pekerjaan Penulangan capping beam	kg	16460.92	16.826	276.971.414
3	Pekerjaan pengecoran capping beam	m3	1294.679	1.105.613	1.431.413.911
	<b>Total</b>				<b>3.548.055.928</b>
<b>Total</b>					<b>68.143.897.307</b>

**RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB 2)**  
**CCSP Dikombinasikan Dengan Ground Anchor**

No	Item Pekerjaan	Sat	Vol	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I	Pembersihan Lahan	h	1	30.000.000	30.000.000
	<b>Total</b>				<b>30.000.000</b>
II	Mobilisasi dan Demobilisasi	ls	1	50.000.000	50.000.000
	<b>Total</b>				<b>50.000.000</b>
III	Administrasi dan Dokumentasi	ls	1	5.000.000	5.000.000
	<b>Total</b>				<b>5.000.000</b>
IV	Direksi Keet	ls	1	50.000.000	50.000.000
	<b>Total</b>				<b>50.000.000</b>
V	<b>Pekerjaan CCSP Single</b>				
1	Pembelian dan Pengangkutan	m'	1501	21.315.142	32.001.786.403
2	Pengangkutan	m'	1501	204.316	306.752.687
3	Pemancangan	m'	1501	9.083.000	13.636.889.212
4	Pembobokan	buah	1502	535.488	804.302.976
	<b>Total</b>				<b>46.749.731.278</b>
VI	<b>Pekerjaan CCSP Double</b>				
1	Pembelian dan Pengangkutan	m'	554	21315142	11.801.810.287
2	Pengangkutan	m'	554	204316	113.126.092
3	Pemancangan	m'	554	9083000	5.029.093.606
4	Pembobokan	buah	554	535488	296.490.067
	<b>Total</b>				<b>17.240.520.051</b>
VII	<b>Pekerjaan Anchor</b>				
1	Pengeboran	m'	11372	850000	9.666.356.400
2	Pemasangan	Titik	948	100000	94.768.200
	<b>Total</b>				<b>9.761.124.600</b>
VIII	<b>Pekerjaan Balok Penahan</b>				
1	Pekerjaan bekisting capping beam	m2	997	279749	278.805.574
2	Pekerjaan Penulangan capping beam	kg	1848	16826	31.092.995
3	Pekerjaan pengecoran capping beam	m3	145	1105613	160.691.479
	<b>Total</b>				<b>470.590.049</b>
IX	<b>Pekerjaan Capping beam</b>				
1	Pekerjaan bekisting capping beam	m2	6576	279749	1.839.670.603
2	Pekerjaan Penulangan capping beam	kg	16461	16826	276.971.414
3	Pekerjaan pengecoran capping beam	m3	1295	1105613	1.431.413.911
	<b>Total</b>				<b>3.548.055.928</b>
<b>Total</b>					<b>77.905.021.907</b>

# **RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB 3)**

## **Soldier File**

No	Item Pekerjaan	Sat	Vol	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I	Pemberihan Lahan	h	1	30.000.000	30.000.000
				<b>Total</b>	<b>30.000.000</b>
II	Mobilitasi dan Demobilisasi	h	1	30.000.000	30.000.000
				<b>Total</b>	<b>30.000.000</b>
III	Administrasi dan Dokumentasi	h	1	5.000.000	5.000.000
				<b>Total</b>	<b>5.000.000</b>
IV	Direkni Keer	h	1	50.000.000	50.000.000
				<b>Total</b>	<b>50.000.000</b>
V	<b>Pekerjaan Soldier File Single</b>				
1	Pengeboran	m'	1501	850.000	9.443.579.560
2	Pemasangan tulangan	kg	1044796	16.826	17.579.740.943
3	Pengecoran	m3	9157	1.105.613	10.124.645.132
				<b>Total</b>	<b>37.147.965.635</b>
VI	<b>Pekerjaan Soldier File Double</b>				
1	Pengeboran	m'	554	850000	470.629.700
2	Pemasangan tulangan	kg	385527	16826	6.486.885.580
3	Pengecoran	m3	3379	1105613	3.735.971.692
				<b>Total</b>	<b>10.693.486.972</b>

VIII	<b>Pekerjaan Balok Penahan</b>				
1	Pekerjaan bekisting balok penahan	m2	1329	279749	371.740.766
2	Pekerjaan Penulangan balok penahan	kg	2587	16826	43.530.194
3	Pekerjaan pengecoran balok penahan	m3	262	1105613	289.244.663
				<b>Total</b>	<b>704.515.623</b>
IX	<b>Pekerjaan Capping beam</b>				
1	Pekerjaan bekisting capping beam	m2	9453	279749	2.644.526.492
2	Pekerjaan Penulangan capping beam	kg	25606	16826	430.844.422
3	Pekerjaan pengecoran capping beam	m3	2589	1105613	2.862.827.822
				<b>Total</b>	<b>5.938.198.736</b>
	<b>Total</b>				<b>54.619.166.966</b>



**RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB 4)**  
**CCSP Dikombinasikan Dengan Cofferdam**

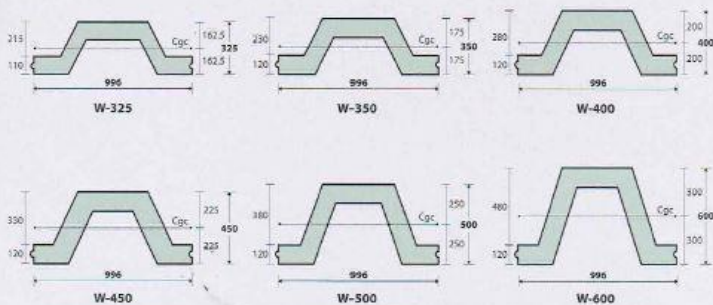
No	Item Pekerjaan	Sat	Vol	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I	Pemberihan Lahan	h	1	30.000.000	30.000.000
				<b>Total</b>	<b>30.000.000</b>
II	Mobilisasi dan Demobilisasi	ts	1	50.000.000	50.000.000
				<b>Total</b>	<b>50.000.000</b>
III	Administrasi dan Dokumentasi	ts	1	5.000.000	5.000.000
				<b>Total</b>	<b>5.000.000</b>
IV	Direksi Keet	ts	1	50.000.000	50.000.000
				<b>Total</b>	<b>50.000.000</b>
V	Pekerjaan CCSP Single				
1	Pembelian dan Pengangkutan	m'	947	21315142	20.193.197.901
2	Pengangkutan	m'	947	204316	193.561.623
3	Pemancangan	m'	947	9083000	8.604.907.212
4	Pembobokan	buah	948	535488	507.642.624
				<b>Total</b>	<b>29.499.309.361</b>
VI	Pekerjaan Cofferdam				
1	Pembelian dan Pengangkutan	m'	2168	21315142	46.202.057.370
2	Pengangkutan	m'	2168	204316	442.869.191
3	Pemancangan	m'	2168	9083000	19.688.036.467
				<b>Total</b>	<b>66.332.963.028</b>
VII	Pekerjaan Timbunan				
1	Pengurangan tanah	m3	19421.25	258042.761	5.011.511.754
				<b>Total</b>	<b>5.011.511.754</b>
IX	Pekerjaan Capping beam				
1	Pekerjaan bekisting capping beam	m2	6576	279749	1.839.670.603
2	Pekerjaan Penulangan capping beam	kg	16461	16826	276.971.414
3	Pekerjaan pengecoran capping beam	m3	1295	1105613	1.431.413.911
				<b>Total</b>	<b>3.548.055.928</b>
	<b>Total</b>				<b>99.515.328.317</b>

**LAMPIRAN 7**  
**BROSUR CCSP BETON**

## DESIGN & MANUFACTURING REFERENCE

Design	JIS A 5326 - 1988	Prestressed Concrete Sheet Piles
	JIS A 5325 - 1981	Reinforced Concrete Sheet Piles
	SNI 03-2847 - 2002	Indonesian Standard Code for Concrete
Manufacturing	JIS A 5326 - 1988	Prestressed Concrete Sheet Piles
	JIS A 5325 - 1981	Reinforced Concrete Sheet Piles
	WB - PRD - PS - 16	Production Manufacturing Procedure

## PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION | CORRUGATED PRESTRESSED CONCRETE SHEET PILES



## CPC SHEET PILES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength  $f'_c = 62 \text{ MPa}$  (Cube 700 kg/cm<sup>2</sup>)

Type	Width (mm)	Cross Section (cm <sup>2</sup> )	Section Inertia (cm <sup>4</sup> )	Unit Weight (kg/m)	Class	Moment (ton.m)		Allow. Service Moment (ton.m)		Length* (m)
W-325	996	1,315	134,264	329	A	11.40	22.80	10.07	6.74	8 - 15
					B	13.30	26.60	11.97	8.64	8 - 16
W-350	996	1,468	169,432	368	A	15.60	31.20	14.04	10.14	9 - 17
					B	17.00	34.00	15.44	11.54	10 - 18
W-400	996	1,598	248,691	400	A	20.10	40.20	18.10	13.08	10 - 18
					B	23.40	46.80	21.40	16.38	11 - 20
W-450	996	1,835	353,363	459	A	26.90	53.80	24.37	18.04	11 - 20
					B	30.70	61.40	28.17	21.84	12 - 21
W-500	996	1,818	462,373	455	A	35.20	70.40	32.22	24.76	12 - 22
					B	40.40	80.80	37.42	29.96	13 - 24
W-600	996	2,078	765,907	520	A	50.60	101.20	46.48	36.19	14 - 25
					B	59.60	119.20	55.48	45.19	15 - 27

Note: \* Length of Concrete Corrugated Sheet Piles may exceed usual standard whenever lifted in certain position

## **LAMPIRAN 8**

### **BROSUR KP ANCHOR**

**KP anchor specifications table**

KP5-1	$\phi 12.7 \times 1$	98.7	163.0	156.0	109.8	$\phi 90$
KP5-2	$\phi 12.7 \times 2$	197.4	366.0	312.0	219.6	
KP5-3	$\phi 12.7 \times 3$	296.1	549.0	468.0	329.4	
KP5-4	$\phi 12.7 \times 4$	394.8	732.0	624.0	439.2	
KP5-5	$\phi 12.7 \times 5$	493.6	915.0	790.0	549.0	
KP5-6	$\phi 12.7 \times 6$	592.3	1,098.0	936.0	658.8	$\phi 115$
KP5-7	$\phi 12.7 \times 7$	691.0	1,281.0	1,092.0	768.6	
KP6-1	$\phi 15.2 \times 1$	138.7	261.0	222.0	156.6	$\phi 90$
KP6-2	$\phi 15.2 \times 2$	277.4	522.0	444.0	313.2	
KP6-3	$\phi 15.2 \times 3$	416.1	783.0	666.0	469.8	
KP6-4	$\phi 15.2 \times 4$	554.8	1,044.0	888.0	626.4	$\phi 115$
KP6-5	$\phi 15.2 \times 5$	693.5	1,305.0	1,110.0	783.0	
KP6-6	$\phi 15.2 \times 6$	832.2	1,566.0	1,332.0	939.6	
KP6-7	$\phi 15.2 \times 7$	970.9	1,827.0	1,554.0	1,096.2	

**LAMPIRAN 9**  
**BROSUR SHEET PILE BAJA**

Profil	wy	weight	Width	Heigt	Web thickness	Back thickness	Weight
	cm <sup>4</sup>	kg/linear metres	mm	mm	mm	mm	kg/m <sup>4</sup>
			(b)	(h)	(s)	(t)	
LARSEN 703	1110	67.5	700	400	8	9.5	96.5
LARSEN 703 K	1300	72.1	700	400	9	10	103
LARSEN 703 K/10/10	1340	75.6	700	400	10	10	108
LARSEN 704	1600	80.5	700	440	9.5	10.2	115
LARSEN 600	510	56.4	600	150	9.5	9.5	94
LARSEN 600 K	540	59.4	600	150	10	10	99
LARSEN 601	745	46.3	600	310	6.4	7.5	77
LARSEN 602	830	53.4	600	310	8	8.2	89
LARSEN 603	1200	64.8	600	310	8.2	9.7	108
LARSEN 603 K	1240	68.1	600	310	9	10	113
LARSEN 603 K/10/10	1260	69.6	600	310	10	10	116
LARSEN 604	1620	74.5	600	380	9	10.5	124
LARSEN 605	2020	83.5	600	420	9	12.5	139
LARSEN 605 K	2030	86.7	600	420	10	12.2	144
LARSEN 606	2500	94.4	600	435	9.2	15.6	157
LARSEN 606 K	2540	97.5	600	435	10	15.6	162
LARSEN 607	3200	114.4	600	435	9.8	21.5	191
LARSEN 607 K	3220	115.2	600	435	10	21.5	192
LARSEN 607 n	3200	114	600	452	10.6	19.0	190
LARSEN 22 10/10	1300	65	500	340	10.0	10.0	130
LARSEN 23	2000	77.5	500	420	10	11.5	155
LARSEN 24	2500	87.5	500	420	10	15.6	175
LARSEN 24/12	2550	92.7	500	420	12	15.6	185
LARSEN 25	3040	103	500	420	11.5	20	206
LARSEN 43	1660	83	500	420	12	12	166
LARSEN 430	6450	83	500	420	12	12	235

## **LAMPIRAN 10**

### **HSPK SEMARANG**



LAMPIRAN III  
PERATURAN WALIKOTA SEMARANG :  
NOMOR : 44  
TENTANG  
STANDARISASI HARGA SATUAN  
BANGUNAN , UPAH  
DAN  
ANALISA PEKERJAAN UNTUK KEGIATAN  
PEMBANGUNAN PEMERINTAH KOTA SEMARANG  
TAHUN ANGGARAN 2015

DAFTAR HARGA SATUAN  
BAHAN DAN UPAH UNTUK  
SEMESTER I TAHUN 2015

U R A I A N		SATUAN	KODE	HARGA SATUAN (Rp.)
1	2	3		4
I. TENAGA				
1	Pekerja	OH	L.01	55.000,00
2	Tukang Batu	OH	L.02a	70.000,00
3	Tukang Kayu	OH	L.02b	75.000,00
4	Tukang Besi	OH	L.02c	70.000,00
5	Tukang Besi Konstruksi	OH	L.02d	70.000,00
6	Tukang Pipa	OH	L.02e	70.000,00
7	Tukang Las Biasa	OH	L.02e	70.000,00
8	Tukang Cat	OH	L.02f	70.000,00
9	Tukang Vibrator	OH	L.02g	70.000,00
10	Tukang erection	OH	L.02h	70.000,00
11	Tukang Las Konstruksi	OH	L.02i	70.000,00
12	Tukang Khusus Alumunium	OH	L.02j	70.000,00
13	Tukang gali	OH	L.02k	70.000,00
14	Tukang aspal	OH	L.02l	70.000,00
15	Tukang listrik	OH	L.02m	70.000,00
16	Kepala Tukang	OH	L.03	80.000,00
17	Mandor	OH	L.04	80.000,00
18	Juru ukur	OH	L.05	100.000,00
19	Operator alat berat	OH	L.06	170.000,00
20	Operator pompa	OH	L.06	70.000,00
21	Mekanik alat berat	OH	L.07	150.000,00
22	Pembantu Juru ukur	OH	L.08	55.000,00
23	Pembantu operator alat berat	OH	L.09	70.000,00
24	Pembantu mekanik alat berat	OH	L.10	70.000,00
25	Koordinator driller	OH	L.11	100.000,00
26	Driller	OH	L.12	70.000,00
27	Pembantu driller	OH	L.13	65.000,00
28	Crew driller	OH	L.14	55.000,00
29	Ahli geologist	OH	L.15	300.000,00
30	Administrasi bor	OH	L.16	75.000,00
31	Akhli muda	OH	L.17	200.000,00
32	Akhli madya	OH	L.18	300.000,00
33	Akhli utama	OH	L.19	500.000,00
34	Sopir	OH	L.20	100.000,00
35	Supir kendaraan < 2 ton (termasuk sedan)	OH	L.21	75.000,00
36	Kenek	OH	L.22	55.000,00
37	Penjaga malam/Satpam	OH	L.23	60.000,00
38	Drafter CAD/manual	OH	L.24	75.000,00
39	Desain Engineer	OH	L.25	500.000,00
40	Operator komputer/printer/ploter	OH	L.26	75.000,00
MATERIAL TANAH DAN BATUAN				
1.	Batu kali (quarry) ex. Rowosari	m <sup>3</sup>	M.1	85.000,00
2.	Batu kali (quarry - base camp)	m <sup>3</sup>	M.2	126.600,00
3.	Batu belah (quarry) ex. Leyangan	m <sup>3</sup>	M.3	95.000,00
4.	Batu belah (quarry - base camp)	m <sup>3</sup>	M.4	155.800,00
5.	Batu belah (quarry - lokasi pekerjaan)	m <sup>3</sup>	M.5	200.700,00
6.	Batu belah (base camp - lokasi pekerjaan)	m <sup>3</sup>	M.6	209.800,00
7.	Pasir beton (quarry) ex. Muntilan	m <sup>3</sup>	M.7	75.000,00
8.	Pasir beton (quarry - base camp)	m <sup>3</sup>	M.8	253.600,00
9.	Pasir beton (quarry - lokasi pekerjaan)	m <sup>3</sup>	M.9	276.600,00
10.	Pasir beton (base camp - lokasi pekerjaan)	m <sup>3</sup>	M.10	303.300,00
11.	Pasir beton ex. Muntilan	kg	M.11	216,64
12.	Pasir urug (quarry) ex. Rowosari	m <sup>3</sup>	M.12	40.000,00
13.	Pasir urug (quarry - base camp)	m <sup>3</sup>	M.13	89.500,00
14.	Pasir urug (quarry - lokasi pekerjaan)	m <sup>3</sup>	M.14	129.500,00
15.	Pasir urug (base camp - lokasi pekerjaan)	m <sup>3</sup>	M.15	146.400,00
16.	Sirtu (quarry) ex. Rowosari	m <sup>3</sup>	M.16	50.000,00
17.	Sirtu (quarry - base camp)	m <sup>3</sup>	M.17	110.300,00
18.	Sirtu (quarry - lokasi pekerjaan)	m <sup>3</sup>	M.18	143.800,00
19.	Sirtu (base camp - lokasi pekerjaan)	m <sup>3</sup>	M.19	163.900,00
20.	Tanah biasa (quarry) ex. Rowosari	m <sup>3</sup>	M.20	33.333,00
21.	Tanah biasa (quarry - lokasi pekerjaan)	m <sup>3</sup>	M.21	89.300,00
22.	Tanah padas (quarry) ex. Rowosari	m <sup>3</sup>	M.22	40.000,00
23.	Tanah padas (quarry - lokasi pekerjaan)	m <sup>3</sup>	M.23	108.000,00

U R A I A N		SATUAN	KODE	HARGA SATUAN (Rp.)
1	2	3		4
24.	Tanah liat (quarry) ex. Mijen	m <sup>3</sup>	M.24	66.666,00
25.	Tanah liat (quarry-lokasi pekerjaan)	m <sup>3</sup>	M.25	100.000,00
26.	Pasir pasang ex. Rowosari	m <sup>3</sup>	M.26	150.000,00
27.	Bata merah 5 x 11 x 22 cm	buah	M.27	600,00
28.	Bata merah 5 x 11 x 22 cm (per m3)	m <sup>3</sup>	M.28	495.867,00
29.	Batu pecah	kg	M.29	162,96
30.	Batu pecah 1/2	m <sup>3</sup>	M.30	220.000,00
31.	Batu pecah 2/3	m <sup>3</sup>	M.31	220.000,00
32.	Batu pecah 3/5	m <sup>3</sup>	M.32	220.000,00
33.	Batu pecah 5/7	m <sup>3</sup>	M.33	220.000,00
34.	Batu paras	m <sup>3</sup>	M.34	87.500,00
35.	Batu tempel hitam	m <sup>3</sup>	M.35	77.500,00
36.	Koral bulat	m <sup>3</sup>	M.36	175.000,00
37.	Batu alam andesit non bakar	m <sup>2</sup>	M.37	155.000,00
38.	Batu alam andesit bakar	m <sup>2</sup>	M.38	165.000,00
39.	Batu candi	m <sup>2</sup>	M.39	120.000,00
40.	Batu putih	m <sup>2</sup>	M.40	90.000,00
41.	Batu putih breksi	m <sup>2</sup>	M.41	90.000,00
42.	Batu sikat	kg	M.59	3.500,00
MATERIAL KAYU				
1.	Kayu jati (balok)	m <sup>3</sup>	M.60	22.550.000,00
2.	Kayu jati (papan)	m <sup>3</sup>	M.61	24.200.000,00
3.	Kayu kamper (balok)	m <sup>3</sup>	M.62	8.250.000,00
4.	Kayu kamper (papan)	m <sup>3</sup>	M.63	9.020.000,00
5.	Kayu bengkirai (balok)	m <sup>3</sup>	M.64	9.800.000,00
6.	Kayu bengkirai (papan)	m <sup>3</sup>	M.65	10.075.000,00
7.	Kayu kruing (balok)	m <sup>3</sup>	M.66	6.875.000,00
8.	Kayu kruing (papan)	m <sup>3</sup>	M.67	7.590.000,00
9.	Kayu kelapa	m <sup>3</sup>	M.68	3.850.000,00
10.	Kayu bekisting	m <sup>3</sup>	M.69	1.925.000,00
11.	Kayu perancah	m <sup>3</sup>	M.70	2.530.000,00
12.	Dolken kayu jati Ø 10 cm	batang	M.74	30.000,00
13.	Dolken kayu galam Ø 8-10 cm, pjg 3 m	batang	M.75	27.000,00
14.	Bambu Ø 6 - 8 cm, pjg 6m	batang	M.76	12.000,00
15.	Bambu Ø 10 cm panjang 600 cm	batang	M.77	15.000,00
16.	Bambu cerucuk Ø 10 cm panjang 600 cm	batang	M.77	25.000,00
17.	Bambu cerucuk Ø 15 cm panjang 600 cm	batang	M.78	40.000,00
18.	Kayu balok utk bowplank,pagar dan kantor sementara	m <sup>3</sup>	M.79	1.785.714,00
19.	Kayu papan untuk bowplank	m <sup>3</sup>	M.80	2.642.857,00
20.	Kayu bengkirai (balok kaso 5x7)	m <sup>3</sup>	M.81	8.214.285,00
21.	Kayu bengkirai (balok reng 2x3)	m <sup>3</sup>	M.82	7.500.000,00
22.	Kayu bengkirai (balok reng 3x4)	m <sup>3</sup>	M.83	7.916.666,00
23.	Kayu kamper (balok kaso 5x7)	m <sup>3</sup>	M.84	7.285.714,00
24.	Kayu kamper (balok reng 2x3)	m <sup>3</sup>	M.85	7.083.333,00
25.	Kayu kamper (balok reng 3x4)	m <sup>3</sup>	M.86	7.083.333,00
26.	Kayu Sengon (balok)	m <sup>3</sup>	M.87	1.000.000,00
27.	Kayu Sengon (papan)	m <sup>3</sup>	M.88	1.062.500,00
28.	Kayu Meranti (balok)	m <sup>3</sup>	M.89	4.285.714,00
29.	Kayu Meranti (papan)	m <sup>3</sup>	M.90	4.687.500,00
30.	Kayu terentang (bekisting)	m <sup>3</sup>	M.91	1.062.500,00
31.	List kayu profil	m'	M.92	12.500,00
32.	Teakwood 4 mm (90x220)	lembar	M.93	53.000,00
33.	Teakwood 4 mm (120x240)	lembar	M.94	65.000,00
34.	Teakwood 9 mm (90x210)	lembar	M.95	135.000,00
35.	Plywood 9 mm (120x240)	lembar	M.96	120.000,00
36.	Plywood 12 mm (120x240)	lembar	M.97	160.000,00
37.	Phenol film 12mm	lembar	M.98	220.000,00
38.	Multiplek tebal 18 mm	lembar	M.99	180.000,00
39.	Multiplek tebal 0,9 cm	lembar	M.100	90.000,00
40.	Multiplek tebal 0,6 cm	lembar	M.101	60.000,00
41.	Formika	lembar	M.102	59.000,00
42.	Tripleks t=4mm, 120x240 cm	lembar	M.103	57.333,00

U R A I A N		SATUAN	KODE	HARGA SATUAN (Rp.)
1	2	3		4
MATERIAL PIPA PVC				
1.	Pipa PVC tipe AW Ø 1/2" panjang 4 m	batang	M.104	23.750,00
2.	Pipa PVC tipe AW Ø 3/4" panjang 4 m	batang	M.105	29.000,00
3.	Pipa PVC tipe AW Ø 1" panjang 4 m	batang	M.106	36.250,00
4.	Pipa PVC tipe AW Ø 1 1/2" panjang 4 m	batang	M.107	65.500,00
5.	Pipa PVC tipe AW Ø 2" panjang 4 m	batang	M.108	95.000,00
6.	Pipa PVC tipe AW Ø 2 1/2" panjang 4 m	batang	M.108	110.000,00
7.	Pipa PVC tipe AW Ø 3" panjang 4 m	batang	M.109	171.000,00
8.	Pipa PVC tipe AW Ø 4" panjang 4 m	batang	M.110	235.000,00
9.	Pipa PVC tipe D Ø 1 1/4" panjang 4 m	batang	M.111	33.750,00
10.	Pipa PVC tipe D Ø 1 1/2" panjang 4 m	batang	M.112	41.500,00
11.	Pipa PVC tipe D Ø 2" panjang 4 m	batang	M.113	47.250,00
12.	Pipa PVC tipe D Ø 2 1/2" panjang 4 m	batang	M.114	68.750,00
13.	Pipa PVC tipe D Ø 3" panjang 4 m	batang	M.115	108.000,00
14.	Pipa PVC tipe D Ø 4" panjang 4 m	batang	M.116	133.500,00
15.	Pipa PVC tipe D Ø 5" panjang 4 m	batang	M.117	220.000,00
16.	Pipa PVC tipe D Ø 6" panjang 4 m	batang	M.118	262.000,00
17.	Pipa PVC tipe D Ø 8" panjang 4 m	batang	M.119	490.000,00
18.	Pipa PVC tipe D Ø 10" panjang 4 m	batang	M.120	845.000,00
19.	Pipa PVC tipe D Ø 12" panjang 4 m	batang	M.121	1.200.000,00
20.	Pipa PVC tipe D Ø 14" panjang 6 m	batang	M.122	3.400.000,00
21.	Pipa PVC tipe D Ø 16" panjang 6 m	batang	M.123	4.150.000,00
22.	Pipa PVC tipe D Ø 18" panjang 6 m	batang	M.124	5.250.000,00
23.	Pipa PVC tipe D Ø 20" panjang 6 m	batang	M.125	6.950.000,00
24.	Pipa PVC tipe D Ø 24" panjang 6 m	batang	M.126	9.100.000,00
25.	PVC Ø 1/2" s 10 tekanan nominal 10 bar (1,0 mpa) 4m	batang	M.127	16.000,00
26.	PVC Ø 3/4" s 10 tekanan nominal 10 bar (1,0 mpa) 4m	batang	M.128	21.500,00
27.	PVC Ø 1" s 10 tekanan nominal 10 bar (1,0 mpa) 4m	batang	M.129	35.000,00
28.	PVC Ø 1 1/4" s 10 tekanan nominal 10 bar (1,0 mpa) 4m	batang	M.130	54.000,00
29.	PVC Ø 1 1/5" s 10 tekanan nominal 10 bar (1,0 mpa) 6m	batang	M.131	93.000,00
30.	PVC Ø 2" s 12,5 tekanan nominal 10 bar (1,0 mpa) 6m	batang	M.132	155.000,00
31.	PVC Ø 3" s 12,5 tekanan nominal 10 bar (1,0 mpa) 6m	batang	M.133	340.000,00
32.	PVC Ø 4" s 12,5 tekanan nominal 10 bar (1,0 mpa) 6m	batang	M.134	490.000,00
33.	PVC Ø 6" s 12,5 tekanan nominal 10 bar (1,0 mpa) 6m	batang	M.135	1.075.000,00
34.	PVC Ø 8" s 12,5 tekanan nominal 10 bar (1,0 mpa) 6m	batang	M.136	1.700.000,00
35.	Pipa PVC tipe D Ø 2"	m'	M.137	11.812,50
36.	Assesoris PVC	m <sup>1</sup>	M.138	4.500,00
MATERIAL PIPA GALVANIS				
1.	Pipa galvanis medium B Ø 1/2" panjang 6 m	batang	M.139	83.000,00
2.	Pipa galvanis medium B Ø 3/4" panjang 6 m	batang	M.140	107.500,00
3.	Pipa galvanis medium B Ø 1" panjang 6 m	batang	M.141	137.500,00
4.	Pipa galvanis medium B Ø 1 1/2" panjang 6 m	batang	M.142	205.000,00
5.	Pipa galvanis medium B Ø 2" panjang 6 m	batang	M.143	255.000,00
6.	Pipa galvanis medium B Ø 3" panjang 6 m	batang	M.144	410.000,00
7.	Pipa galvanis medium B Ø 4" panjang 6 m	batang	M.145	565.000,00
8.	Pipa galvanis medium B Ø 5" panjang 6 m	batang	M.146	715.000,00
9.	Pipa galvanis medium B Ø 6" panjang 6 m	batang	M.147	850.000,00
10.	Pipa galvanis medium B Ø 8" panjang 6 m	batang	M.148	1.925.000,00
11.	Pipa galvanis medium A Ø 1/2" panjang 6 m	batang	M.149	115.000,00
12.	Pipa galvanis medium A Ø 3/4" panjang 6 m	batang	M.150	140.000,00
13.	Pipa galvanis medium A Ø 1" panjang 6 m	batang	M.151	225.000,00
14.	Pipa galvanis medium A Ø 1 1/2" panjang 6 m	batang	M.152	335.000,00
15.	Pipa galvanis medium A Ø 2" panjang 6 m	batang	M.153	445.000,00
16.	Pipa galvanis medium A Ø 3" panjang 6 m	batang	M.154	740.000,00
17.	Pipa galvanis medium A Ø 4" panjang 6 m	batang	M.155	1.255.000,00
18.	Pipa galvanis medium A Ø 5" panjang 6 m	batang	M.156	1.580.000,00
19.	Pipa galvanis medium A Ø 6" panjang 6 m	batang	M.157	1.850.000,00
20.	Pipa galvanis medium A Ø 8" panjang 6 m	batang	M.158	2.500.000,00
21.	Assesoris galvanis	m <sup>1</sup>	M.159	4.000,00
MATERIAL BESI DAN BAJA				
1.	Baja tulangan polos U-24 atau ulir U-32	kg	M.160	9.011,00
2.	Baja (ulir) U-39	kg	M.161	9.807,00
3.	Baja (ulir) U-48	kg	M.162	10.080,00
4.	Besi profil	kg	M.163	10.871,00
5.	Besi siku	kg	M.164	9.166,00
6.	Besi strip	kg	M.165	13.500,00
7.	Besi plat	kg	M.166	13.500,00
8.	Besi angkur/mur/baut	kg	M.167	15.500,00
9.	Besi hollow 50.50.3	kg	M.168	12.250,00
10.	Jaring Kawat Baja dilas	kg	M.169	14.500,00
11.	Baja Tahan Karat ( Stainless Steel )	kg	M.170	88.000,00
12.	Kawat galvanis Ø 3 mm	kg	M.171	12.500,00
13.	Kawat galvanis Ø 4 mm	kg	M.172	12.500,00
14.	Kawat galvanis Ø 5 mm	kg	M.173	12.500,00
15.	Kawat beton	kg	M.174	14.500,00
16.	Paku	kg	M.175	15.500,00
17.	Paku sekrup	kg	M.176	20.000,00
18.	Paku payung	kg	M.177	22.500,00
19.	Paku pancing 6x23	kg	M.178	21.500,00
20.	Paku hak panj 15cm	kg	M.179	21.500,00
21.	Kawat las listrik	kg	M.180	72.500,00

U R A I A N		SATUAN	KODE	HARGA SATUAN (Rp.)
1	2	3		4
22.	Kawat nyamuk	m <sup>3</sup>	M.181	20.000,00
23.	Saringan pasir	m'	M.182	15.500,00
24.	Sekrup kait	buah	M.183	600,00
25.	Kawat duri	m'	M.184	5.000,00
26.	Kawat bronjong	kg	M.185	12.500,00
27.	Kawat nyamuk nylon	m <sup>2</sup>	M.186	15.000,00
28.	Besi lis kaca (1 x 1) cm	m'	M.187	25.000,00
MATERIAL PAVING				
1.	Paving block 6 cm abu-abu K-200	m <sup>2</sup>	M.251	65.000,00
2.	Paving block 6 cm warna K-200	m <sup>2</sup>	M.252	72.000,00
3.	Paving block 6 cm abu-abu K-300	m <sup>2</sup>	M.253	77.725,00
4.	Paving block 6 cm warna K-300	m <sup>2</sup>	M.254	93.725,00
5.	Paving block 8 cm abu-abu K-300	m <sup>2</sup>	M.255	106.550,00
6.	Paving block 8 cm warna K-300	m <sup>2</sup>	M.256	122.550,00
7.	Paving block 8 cm abu-abu K-400	m <sup>2</sup>	M.257	123.500,00
8.	Paving block 8 cm warna K-400	m <sup>2</sup>	M.258	139.000,00
9.	Kanstin K-200, 10x20x50 cm	buah	M.259	17.250,00
10.	Kerb (13/16x30x50) K-200 tipe A	buah	M.260	39.000,00
11.	Kerb (18/21x30x50) K-200 tipe B	buah	M.261	56.000,00
MATERIAL DRAINASE				
1.	Buis beton Ø 20 cm	buah	M.263	41.500,00
2.	Buis beton Ø 30 cm	buah	M.264	58.750,00
3.	Buis beton Ø 40 cm	buah	M.265	82.500,00
4.	Buis beton Ø 50 cm	buah	M.266	92.500,00
5.	Buis beton Ø 60 cm	buah	M.267	122.500,00
6.	Buis beton Ø 70 cm	buah	M.268	195.000,00
7.	Buis beton Ø 80 cm	buah	M.269	260.000,00
8.	Buis beton Ø 100 cm	buah	M.270	437.500,00
9.	Got Normal U-20	buah	M.271	41.500,00
10.	Got Normal U-30	buah	M.272	58.750,00
11.	Got Normal U-40	buah	M.273	82.500,00
12.	Got Normal U-60	buah	M.274	122.500,00
13.	Got Normal U-80	buah	M.275	260.000,00
14.	U - Ditch - 20, panjang 1,2 m	unit	M.276	325.000,00
15.	U - Ditch - 30, panjang 1,2 m	unit	M.277	460.200,00
16.	U - Ditch - 40, panjang 1,2 m	unit	M.278	642.200,00
17.	U - Ditch - 50, panjang 1,2 m	unit	M.279	954.200,00
18.	U - Ditch - 60, panjang 1,2 m	unit	M.280	1.133.600,00
19.	U - Ditch - 80, panjang 1,2 m	unit	M.281	1.708.200,00
20.	U - Ditch - 100, panjang 1,2 m	unit	M.282	2.922.400,00
21.	U - Ditch - 120, panjang 1,2 m	unit	M.283	4.235.400,00
22.	U - Ditch - 140, panjang 1,2 m	unit	M.283	5.166.200,00
23.	Penutup U - Ditch 20, panjang 0,6 m	unit	M.284	45.000,00
24.	Penutup U - Ditch 30, panjang 0,6 m	unit	M.285	117.000,00
25.	Penutup U - Ditch 40, panjang 0,6 m	unit	M.286	179.400,00
26.	Penutup U - Ditch 50, panjang 0,6 m	unit	M.287	228.800,00
27.	Penutup U - Ditch 60, panjang 0,6 m	unit	M.288	275.000,00
28.	Penutup U - Ditch 80 LD tebal 10 cm, panjang 0,6 m	unit	M.289	351.000,00
29.	Penutup U - Ditch 80 HD tebal 10 cm, panjang 0,6 m	unit	M.290	540.000,00
30.	Penutup U - Ditch 100 LD tebal 12 cm, panjang 0,6 m	unit	M.291	595.000,00
31.	Penutup U - Ditch 100 HD tebal 12 cm, panjang 0,6 m	unit	M.292	681.000,00
32.	Penutup U - Ditch 120, panjang 0,6 m	unit	M.293	803.400,00
33.	Besi UNP Double 200x75x7 mm +siku+mb+pl strip	m <sup>1</sup>	M.294	3.700.000,00
34.	Besi UNP Double 150x75x5 mm +siku+mb+pl strip	m <sup>1</sup>	M.295	3.500.000,00
35.	Besi UNP Double 120x55x4 mm +siku+mb+pl strip	m <sup>1</sup>	M.296	3.200.000,00
36.	Besi UNP Double 100x50x3 mm +siku+mb+pl strip	m <sup>1</sup>	M.297	2.800.000,00
37.	Besi UNP Double 80x45x3 mm +siku+mb+pl strip	m <sup>1</sup>	M.298	2.650.000,00
38.	Besi L Double 100x100x9 mm +pl simpul+mb	m <sup>1</sup>	M.299	3.500.000,00
39.	Besi L Double 90x90x8 mm +pl simpul+mb	m <sup>1</sup>	M.300	3.400.000,00
40.	Besi L Double 80x80x7,5 mm +pl simpul+mb	m <sup>1</sup>	M.301	2.500.000,00
41.	Besi L Double 70x70x6,5 mm +pl simpul+mb	m <sup>1</sup>	M.302	2.400.000,00
42.	Besi UNP Double 200x75x7 mm +plat 4mm+angker	m <sup>1</sup>	M.303	4.000.000,00
43.	Besi UNP Double 150x75x5 mm +plat 4mm+angker	m <sup>1</sup>	M.304	3.700.000,00
44.	Besi UNP Double 120x55x4 mm +plat 4mm+angker	m <sup>1</sup>	M.305	3.500.000,00
45.	Besi UNP Double 100x50x3 mm +plat 4mm+angker	m <sup>1</sup>	M.306	3.350.000,00
46.	Besi UNP Double 80x45x3 mm +plat 4mm+angker	m <sup>1</sup>	M.307	2.900.000,00
47.	Besi L Double 100x100x9 mm +plat pengaku+angker	m <sup>1</sup>	M.308	3.650.000,00
48.	Besi L Double 90x90x8 mm +plat pengaku+angker	m <sup>1</sup>	M.309	3.500.000,00
49.	Besi L Double 80x80x7,5 mm +plat pengaku+angker	m <sup>1</sup>	M.310	2.550.000,00
50.	Besi L Double 70x70x6,5 mm +plat pengaku+angker	m <sup>1</sup>	M.311	2.250.000,00
51.	Plat pintu 10 mm + rangka besi kanal U120	m <sup>2</sup>	M.312	5.950.000,00
52.	Plat pintu 10 mm + rangka besi kanal U100	m <sup>2</sup>	M.313	5.850.000,00
53.	Plat pintu 8 mm + rangka besi kanal U80	m <sup>2</sup>	M.314	4.850.000,00
54.	Plat pintu 8 mm + rangka besi L 50x50x5	m <sup>2</sup>	M.315	4.500.000,00
55.	Mur baut SUS 304 stainless steel (penjepit karet)	buah	M.316	45.000,00
56.	Karet perapat	m <sup>1</sup>	M.317	650.000,00
57.	Plat penjepit karet	m <sup>1</sup>	M.318	350.000,00
58.	Plat peluncur SUS 304 stainless steel	m <sup>1</sup>	M.319	450.000,00
59.	Plat peluncur kuningan	m <sup>1</sup>	M.320	350.000,00
60.	Roda gigi piringan	buah	M.321	2.450.000,00
61.	Roda gigi nanasan	buah	M.322	1.450.000,00

U R A I A N		SATUAN	KODE	HARGA SATUAN (Rp.)
1	2	3		4
62.	AS transmisi	m <sup>1</sup>	M.323	2.500.000,00
63.	Mur kuningan Ø 4"	buah	M.324	3.850.000,00
64.	Mur kuningan Ø 3,5"	buah	M.325	3.650.000,00
65.	Mur besi Ø 4"	buah	M.326	2.750.000,00
66.	Lakher Ø 4"	buah	M.327	425.000,00
67.	Stang draft diameter 2,5" + mur baut	m <sup>1</sup>	M.328	3.500.000,00
68.	Stang Pemutar Type A (bulat+dudukan+mb)	m <sup>1</sup>	M.329	1.750.000,00
69.	Stang Pemutar Type B	m <sup>1</sup>	M.330	1.250.000,00
70.	Stel ring	m <sup>1</sup>	M.331	350.000,00
71.	Cat kapal	kg	M.332	450.000,00
72.	Pelumas	liter	M.333	225.000,00
73.	Penyetelan dan Centering Pintu	m <sup>1</sup>	M.334	2.750.000,00
MATERIAL BETON PRECAST				
1.	PC I girder L=16; H=0,90; K-500 termasuk stressing, erection, diafragma, deckplat	buah	M.336	52.910.000,00
2.	PC I girder L=20; H=1,25; K-500 termasuk stressing, erection, diafragma, deckplat	buah	M.337	73.040.000,00
3.	PC I girder L=22; H=1,60; K-500 termasuk stressing, erection, diafragma, deckplat	buah	M.338	104.390.000,00
4.	PC I girder L=30; H=1,70; K-500 termasuk stressing, erection, diafragma, deckplat	buah	M.339	186.890.000,00
5.	PC I girder L=31; H=1,70; K-500 termasuk stressing, erection, diafragma, deckplat	buah	M.340	195.690.000,00
6.	PC I girder L=35; H=2,10; K-500 termasuk stressing, erection, diafragma, deckplat	buah	M.341	235.510.000,00
7.	PC I girder L=40; H=2,10; K-500 termasuk stressing, erection, diafragma, deckplat	buah	M.342	286.330.000,00
8.	Tiang pancang pratekan pracetak spun piles Ø 300 mm	m <sup>1</sup>	M.343	254.100,00
9.	Tiang pancang pratekan pracetak spun piles Ø 350 mm	m <sup>1</sup>	M.344	322.300,00
10.	Tiang pancang pratekan pracetak spun piles Ø 400 mm	m <sup>1</sup>	M.345	419.100,00
11.	Tiang pancang pratekan pracetak spun piles Ø 450 mm	m <sup>1</sup>	M.346	491.700,00
12.	Tiang pancang pratekan pracetak spun piles Ø 500 mm	m <sup>1</sup>	M.347	625.900,00
13.	Tiang pancang pratekan pracetak spun piles Ø 600 mm	m <sup>1</sup>	M.348	817.300,00
14.	Tiang pancang pratekan pracetak square piles 250x250 mm	m <sup>1</sup>	M.349	228.800,00
15.	Tiang pancang pratekan pracetak square piles 300x300 mm	m <sup>1</sup>	M.350	308.000,00
16.	Tiang pancang pratekan pracetak square piles 350x350 mm	m <sup>1</sup>	M.351	409.200,00
17.	Tiang pancang pratekan pracetak square piles 400x400 mm	m <sup>1</sup>	M.352	514.800,00
18.	Tiang pancang pratekan pracetak square piles 450x450 mm	m <sup>1</sup>	M.353	660.000,00
19.	Tiang pancang pratekan pracetak square piles 500x500 mm	m <sup>1</sup>	M.354	798.600,00
20.	Tiang pancang pratekan pracetak spun square piles 400x400 mm	m <sup>1</sup>	M.355	531.300,00
21.	Tiang pancang pratekan pracetak spun square piles 450x450 mm	m <sup>1</sup>	M.356	627.000,00
22.	Sheetpile type FPC.220.500	m <sup>1</sup>	M.357	473.800,00
23.	Sheetpile type FPC.320.500	m <sup>1</sup>	M.358	618.700,00
24.	Sheetpile type CCSP W.325.1000 Kelas A	m <sup>1</sup>	M.359	793.750,00
25.	Sheetpile type CCSP W.325.1000 Kelas B	m <sup>1</sup>	M.360	831.250,00
26.	Sheetpile type CCSP W.350.1000 Kelas A	m <sup>1</sup>	M.361	884.400,00
27.	Sheetpile type CCSP W.350.1000 Kelas B	m <sup>1</sup>	M.362	960.000,00
28.	Sheetpile type CCSP W.400.1000 Kelas A	m <sup>1</sup>	M.363	977.500,00
29.	Sheetpile type CCSP W.400.1000 Kelas B	m <sup>1</sup>	M.364	1.072.500,00
30.	Sheetpile type CCSP W.450.1000 Kelas A	m <sup>1</sup>	M.365	1.135.000,00
31.	Sheetpile type CCSP W.450.1000 Kelas B	m <sup>1</sup>	M.366	1.217.500,00
32.	Sheetpile type CCSP W.500.1000 Kelas A	m <sup>1</sup>	M.367	1.221.250,00
33.	Sheetpile type CCSP W.500.1000 Kelas B	m <sup>1</sup>	M.368	1.337.500,00
34.	Sheetpile type CCSP W.600.1000 Kelas A	m <sup>1</sup>	M.369	1.425.000,00
35.	Sheetpile type CCSP W.600.1000 Kelas B	m <sup>1</sup>	M.370	1.621.250,00
36.	Triangle Pile 280	m <sup>1</sup>	M.371	157.300,00
37.	Triangle Pile 300	m <sup>1</sup>	M.372	177.100,00
38.	Triangle Pile 320	m <sup>1</sup>	M.373	198.000,00
39.	Voided slab CTC=97 cm, L=8,6 cm,H=57 cm, K-500	buah	M.374	31.240.000,00
40.	Voided slab CTC=97 cm, L=10,6 cm,H=57 cm, K-500	buah	M.375	40.260.000,00
41.	Voided slab CTC=97 cm, L=12,6 cm,H=57 cm, K-500	buah	M.376	47.740.000,00
42.	Panel beton pracetak 5x50x213 cm	buah	M.377	120.000,00
43.	Kolom beton pracetak	buah	M.378	202.500,00
MATERIAL PERLENGKAPAN JALAN DAN JEMBATAN				
1.	Elastomeric bearings jenis 1 (200 x 200 x 20)	buah	M.380	125.000,00
2.	Elastomeric bearings jenis 1 (300 x 350 x 36)	buah	M.381	575.000,00
3.	Elastomeric bearings jenis 2 (350 x 400 x 39)	buah	M.382	825.000,00
4.	Elastomeric bearings jenis 3 (400 x 450 x 45)	buah	M.383	1.255.500,00
5.	Bearing pad	dm3	M.384	155.000,00
6.	Expansion joint tipe rubber	m <sup>1</sup>	M.385	510.000,00
7.	Expansion joint tipe asphaltic plug	m <sup>1</sup>	M.386	1.050.000,00
MATERIAL PENUTUP ATAP				
1.	Genteng beton	buah	M.388	4.000,00
2.	Genteng decra bond	buah	M.389	4.000,00
3.	Genteng kodok	buah	M.390	1.850,00
4.	Genteng kodok glazuur	buah	M.391	4.000,00
5.	Genteng metal	lembar	M.392	105.000,00
6.	Genteng palentong	buah	M.393	2.250,00
7.	Genteng palentong super	buah	M.394	3.500,00
8.	Bubung genteng kodok	buah	M.395	5.600,00
9.	Bubung genteng palentong	buah	M.396	9.000,00
10.	Nok genteng beton	buah	M.397	6.500,00
11.	Nok stel gelombang	lembar	M.398	55.000,00
12.	Nok genteng metal	lembar	M.399	50.000,00
13.	Nok genteng aspal	lembar	M.400	84.000,00
14.	Roof light fiberglass	lembar	M.401	100.000,00
15.	Seng gelombang 3"-5"	lembar	M.402	75.000,00
16.	Seng gelombang bljs 30	lembar	M.403	67.500,00
17.	Seng gelombang bljs 28	lembar	M.404	90.000,00

U R A I A N		SATUAN	KODE	HARGA SATUAN (Rp.)
1	2	3		4
18.	Seng gelombang uk. 0.9 x 1.8 t=0.02	lembar	M.405	80.000,00
19.	Seng plat 3" x 6" bjls 28	lembar	M.406	70.000,00
20.	Seng plat bjls 28	m <sup>1</sup>	M.407	40.000,00
21.	Seng plat bjls 30	m <sup>1</sup>	M.408	50.000,00
22.	Sirap kayu	lembar	M.409	1.750,00
23.	Asbes gelombang besar 5mm (250x102cm)	lembar	M.410	95.000,00
24.	Asbes gelombang besar 5mm (225x102cm)	lembar	M.411	87.500,00
25.	Asbes gelombang besar 5mm (200x102cm)	lembar	M.412	81.000,00
26.	Asbes gelombang besar 5mm (180x102cm)	lembar	M.413	78.000,00
27.	Asbes gelombang kecil 4mm (300x105)	lembar	M.414	73.750,00
28.	Asbes gelombang kecil 4mm (270x105)	lembar	M.415	67.500,00
29.	Asbes gelombang kecil 4mm (240x105)	lembar	M.416	61.250,00
30.	Asbes gelombang kecil 4mm (210x105)	lembar	M.417	51.250,00
31.	Asbes gelombang kecil 4mm (180x105)	lembar	M.418	44.000,00
32.	Asbes gelombang kecil 4mm (150x105)	lembar	M.419	40.000,00
33.	Asbes gelombang besar 6mm (300x102)	lembar	M.420	90.000,00
34.	Asbes gelombang besar 6mm (270x102)	lembar	M.421	85.000,00
35.	Asbes gelombang besar 6mm (240x102)	lembar	M.422	77.500,00
36.	Asbes gelombang besar 6mm (210x102)	lembar	M.423	70.000,00
37.	Asbes gelombang besar 6mm (180x102)	lembar	M.424	70.000,00
38.	Fibre glass (jabes) 180x92 cm	lembar	M.425	48.500,00
39.	Fibre glass (jabes) 200x92 cm	lembar	M.426	66.000,00
40.	Fibre glass (jabes) 180x105 cm	lembar	M.427	66.000,00
41.	Bubungan beton press	buah	M.428	4.550,00
42.	Bubungan asbes kecil	buah	M.429	41.250,00
43.	Bubungan asbes besar	buah	M.430	7.900,00
44.	Alumunium gelombang tebal 0,55	buah	M.431	175.000,00
45.	Nok standar 40x18	buah	M.432	65.000,00
46.	Genteng aspal	lembar	M.433	136.875,00
47.	Bitumen tekstur genting	lembar	M.434	56.375,00
48.	Listplang tekstur kayu	buah	M.435	47.000,00
49.	Listplang papan kalsiboard	buah	M.436	52.500,00
MATERIAL PLAFOND				
1.	Akustik ukuran 30 x 30 cm	lembar	M.438	5.000,00
2.	Akustik ukuran 30 x 60 cm	lembar	M.439	9.000,00
3.	Asbes 1,00 x 1,00 m	lembar	M.440	15.375,00
4.	Gypsum Board (120 cm x 240 cm x 9 mm)	lembar	M.441	54.333,00
5.	Gypsum Board (120 cm x 240 cm x 12 mm)	lembar	M.442	76.500,00
6.	Pelat asbes tebal 3,5 mm	lembar	M.443	13.833,00
7.	Pelat asbes tebal 4 mm	lembar	M.444	15.666,00
8.	GRCboard (120 cm x 240 cm x 6 mm)	m <sup>2</sup>	M.445	130.000,00
9.	GRCboard (120 cm x 240 cm x 5 mm)	m <sup>2</sup>	M.446	100.000,00
10.	Listplank GRC (20 cm x 244 cm x 9 mm )	m <sup>2</sup>	M.447	55.000,00
11.	List gypsum	m'	M.448	12.000,00
MATERIALPENUTUP LANTAI DAN DINDING				
1.	Keramik 10 x 20 cm	buah	M.450	7.000,00
2.	Keramik 20 x 20 cm	buah	M.451	1.850,00
3.	Keramik 20 x 25 cm	buah	M.452	2.475,00
4.	Keramik 25 x 25 cm	buah	M.453	2.806,00
5.	Keramik 30 x 30 cm	buah	M.454	4.230,00
6.	Keramik 40 x 40 cm	buah	M.455	8.480,00
7.	Granit tile 40 x 40 cm	buah	M.458	35.833,00
8.	Granit tile 30 x 30 cm	buah	M.459	19.090,00
9.	Granit tile unpolish	m2	M.460	200.000,00
10.	Plint granit 10cm x 40cm	buah	M.461	37.500,00
11.	Plint granit 10cm x 30cm	buah	M.462	25.000,00
12.	Plint keramik 10 x 20 cm	buah	M.463	5.583,00
13.	Plint keramik 5 x 20 cm	buah	M.464	3.666,00
14.	Plint keramik 10 x 30 cm	buah	M.465	17.750,00
15.	Batako ukuran 20 x 40 x 10 cm	buah	M.466	2.875,00
16.	Marmer	m <sup>2</sup>	M.467	475.000,00
17.	Parquet jati	m <sup>2</sup>	M.468	200.000,00
18.	Carpet	m <sup>2</sup>	M.469	13.750,00
MATERIAL PEREKAT				
1.	Lem kayu	kg	M.471	14.750,00
2.	Lem vinyl	kg	M.472	24.000,00
3.	Lem Aibon	kg	M.473	35.000,00
4.	Perekat untuk wallpaper	kg	M.474	42.750,00
5.	Perekat khusus penutup lantai	kg	M.475	5.000,00
6.	Perekat khusus penutup dinding	kg	M.476	5.000,00
7.	Pengisi khusus rongga nat	kg	M.477	12.500,00
8.	Flexible waterproofing	kg	M.478	23.000,00
9.	Semen merah	kg	M.479	13.000,00
10.	Semen nat	kg	M.480	12.750,00
11.	Semen warna	kg	M.482	8.500,00
12.	Portland cement	kg	M.483	1.475,00
13.	Semen 40 Kg	zak	M.486	59.000,00
14.	Semen 50 Kg	zak	M.487	73.000,00
15.	Semen putih 40 Kg	zak	M.488	77.500,00
16.	Semen putih 50 Kg	zak	M.489	89.000,00
17.	Adukan beton K-100 ready mix	m <sup>3</sup>	M.490	720.000,00
18.	Adukan beton K-175 ready mix	m <sup>3</sup>	M.490	748.333,00

U R A I A N		SATUAN	KODE	HARGA SATUAN (Rp.)
1	2	3		4
19.	Adukan beton K-200 ready mix	m <sup>3</sup>	M.491	771.666,00
20.	Adukan beton K-225 ready mix	m <sup>3</sup>	M.492	793.333,00
21.	Adukan beton K-250 ready mix	m <sup>3</sup>	M.493	818.333,00
22.	Adukan beton K-275 ready mix	m <sup>3</sup>	M.494	845.000,00
23.	Adukan beton K-300 ready mix	m <sup>3</sup>	M.495	880.000,00
24.	Adukan beton K-350 ready mix	m <sup>3</sup>	M.496	930.000,00
25.	Adukan beton K-400 ready mix	m <sup>3</sup>	M.497	970.000,00
26.	Adukan beton K-500 ready mix	m <sup>3</sup>	M.498	1.102.500,00
27.	Waterproofing	kg	M.499	45.000,00
28.	Compound gypsum	kg	M.500	12.750,00
29.	Compound hardboard	kg	M.501	68.250,00
30.	Paper tape hardboard	m <sup>2</sup>	M.502	450,00
31.	Kassa	m <sup>2</sup>	M.503	366,00
MATERIAL CAT				
1.	Cat dasar (cat kayu)	kg	M.505	41.250,00
2.	Cat dasar (cat besi)	kg	M.506	41.125,00
3.	Cat dasar (cat tembok)	kg	M.507	16.166,00
4.	Cat antara (cat besi)	kg	M.508	42.000,00
5.	Cat penutup (cat kayu)	kg	M.509	45.166,00
6.	Cat penutup (cat besi)	kg	M.510	45.000,00
7.	Cat penutup (cat tembok)	kg	M.511	15.500,00
8.	Cat anti karat	kg	M.512	36.000,00
9.	Cat besi	kg	M.513	38.625,00
10.	Cat coating	liter	M.514	52.500,00
11.	Cat tembok	kg	M.515	14.333,00
12.	Meni kayu	kg	M.516	20.875,00
13.	Meni besi	kg	M.517	22.333,00
14.	Dempul	kg	M.518	18.166,00
15.	Dempul jadi	kg	M.519	26.250,00
16.	Ampelas	lembar	M.520	3.500,00
17.	Kuas 4"	buah	M.521	10.333,00
18.	Kuas 3"	buah	M.522	7.333,00
19.	Kuas 2"	buah	M.523	6.333,00
20.	Kuas 1"	buah	M.524	3.333,00
21.	Plamir kayu	kg	M.525	25.833,00
22.	Plamir tembok	kg	M.526	32.833,00
23.	Politur	liter	M.527	34.500,00
24.	Politur jadi	liter	M.528	39.166,00
25.	Vernis	liter	M.529	31.500,00
26.	Pengencer cat kayu/besi	kg	M.530	25.000,00
27.	Cat genteng	kg	M.531	33.333,00
MATERIAL KUNCI DAN ENGSEL				
1.	Door closer	buah	M.533	96.250,00
2.	Door holder	buah	M.534	105.000,00
3.	Door stop	buah	M.535	28.375,00
4.	Engsel angin	buah	M.536	17.500,00
5.	Engsel jendela	buah	M.537	15.125,00
6.	Engsel pintu (kw 2)	buah	M.538	25.666,00
7.	Engsel pintu (kw 1)	buah	M.539	43.500,00
8.	Engsel kupu-kupu	buah	M.540	40.000,00
9.	Engsel lengan jendela	buah	M.541	8.000,00
10.	Kait angin	buah	M.542	13.433,00
11.	Kunci lemari	buah	M.543	11.375,00
12.	Kunci selot	buah	M.544	103.166,00
13.	Kunci silinder	buah	M.545	87.333,00
14.	Kunci tanam antik	buah	M.546	69.000,00
15.	Kunci tanam biasa	buah	M.547	40.833,00
16.	Kunci tanam kamar mandi	buah	M.548	52.666,00
17.	Spring knip	buah	M.549	15.500,00
18.	Grendel Tanam Luar Negeri	buah	M.550	40.750,00
19.	Grendel Biasa	buah	M.551	5.750,00
20.	Pull handle stainless jumbo (kw 1)	buah	M.552	484.000,00
21.	Pull handle (kw 1)	buah	M.553	140.550,00
22.	Handle pintu (kw 1)	buah	M.554	124.500,00
23.	Rel pintu sorong	set	M.555	250.000,00
24.	1 set kunci pintu (kw 1)	buah	M.556	164.850,00
25.	1 set kunci pintu (kw 2)	buah	M.557	129.000,00
MATERIAL KACA				
1.	Jendela nako	m <sup>2</sup>	M.559	300.000,00
2.	Kaca polos 3mm	m <sup>2</sup>	M.560	77.500,00
3.	Kaca polos 5mm	m <sup>2</sup>	M.561	87.500,00
4.	Kaca polos 8mm	m <sup>2</sup>	M.562	170.000,00
5.	Kaca buram 12 mm	m <sup>2</sup>	M.563	1.200.000,00
6.	Kaca cermin 5mm	m <sup>2</sup>	M.564	165.000,00
7.	Kaca cermin 6mm	m <sup>2</sup>	M.565	250.000,00
8.	Profil kaca	m <sup>1</sup>	M.566	11.250,00
9.	Kaca patri 5mm	m <sup>2</sup>	M.567	1.300.000,00
10.	Kaca cermin 8mm	m <sup>2</sup>	M.568	725.000,00
11.	Kaca wireglass 5mm	m <sup>2</sup>	M.569	130.000,00
12.	Ray Band 3mm	m <sup>2</sup>	M.570	70.000,00
13.	Ray Band 5mm	m <sup>2</sup>	M.571	107.500,00
14.	Kaca gravire 5mm	m <sup>2</sup>	M.572	575.000,00

U R A I A N		SATUAN	KODE	HARGA SATUAN (Rp.)
1	2	3		4
15.	Kaca gravire putih 5mm	m <sup>2</sup>	M.573	650.000,00
16.	Kaca lukis alur 5mm	m <sup>2</sup>	M.574	625.000,00
17.	Kaca triple 5mm	m <sup>2</sup>	M.575	2.600.000,00
18.	Kaca triple platinum 5mm	m <sup>2</sup>	M.576	2.800.000,00
19.	Kaca tanpa tripel 5mm	m <sup>2</sup>	M.577	2.100.000,00
MATERIAL SANITAIR				
1.	Bak cuci stainless steel	buah	M.579	233.333,00
2.	Bak fiberglass 70 x 70 x 66 cm	buah	M.580	270.000,00
3.	Bak reservoir fibreglass (kapasitas 1000 liter)	buah	M.581	195.000,00
4.	Floor drain stainles steel	buah	M.582	75.000,00
5.	Kloset duduk/monoblok	buah	M.583	1.500.000,00
6.	Kloset jongkok porselen	buah	M.584	113.333,00
7.	Kran air	buah	M.585	20.833,00
8.	Urinoir	buah	M.586	590.000,00
9.	Wastavel	buah	M.587	260.000,00
10.	Water drain + asesories	set	M.588	350.000,00
11.	Tempat sabun gantung	buah	M.589	37.500,00
12.	Tempat sabun tanam	buah	M.590	32.500,00
MATERIAL MINYAK				
1.	Minyak cat	kg	M.592	25.000,00
2.	Residu	liter	M.593	25.000,00
3.	Teak oil	liter	M.594	27.500,00
4.	Thinner A	liter	M.595	33.000,00
5.	Solar (industri)	liter	M.596	12.894,00
6.	Solar	liter	M.597	7.500,00
7.	Bensin (industri)	liter	M.598	11.783,00
8.	Bensin	liter	M.599	8.500,00
9.	Minyak tanah	liter	M.600	13.346,00
10.	Thinner	liter	M.601	22.000,00
11.	Minyak bekisting	liter	M.602	16.000,00
12.	Minyak Pelumas	liter	M.603	26.000,00
13.	Oli mesin	liter	M.604	25.000,00
14.	Oli hidrolis	liter	M.605	27.500,00
15.	Steamvet	liter	M.606	47.500,00
16.	Bentonit	liter	M.607	20.000,00
17.	Premium (industri)	liter	M.608	9.115,00
MATERIAL PINTU ALUMINIUM DAN BESI				
1.	Pintu aluminium	m <sup>1</sup>	M.610	95.000,00
2.	Profil aluminium	m <sup>1</sup>	M.611	90.000,00
3.	Aluminium strip	m <sup>1</sup>	M.612	38.500,00
4.	Skrup fixer	buah	M.613	550,00
5.	Pintu lipat (folding door) alumunium	m <sup>2</sup>	M.614	550.000,00
6.	Rolling door besi	m <sup>2</sup>	M.615	450.000,00
7.	Sliding pintu J4	buah	M.616	400.000,00
8.	Pintu lipat besi	m <sup>2</sup>	M.617	450.000,00
9.	Kusen aluminium 4" putih	m <sup>1</sup>	M.618	80.000,00
10.	Sunscreen aluminium	m <sup>2</sup>	M.619	350.000,00
11.	Rolling door aluminium	m <sup>2</sup>	M.620	550.000,00
12.	C channel galvanis lebar 40 mm	m <sup>1</sup>	M.621	7.700,00
13.	C channel galvanis lebar 75 mm	m <sup>1</sup>	M.622	14.500,00
14.	Hollow galvanis 20x40x0,4 mm	m <sup>1</sup>	M.623	6.912,00
15.	Hollow galvanis 40x40x0,4 mm	m <sup>1</sup>	M.624	8.575,00
16.	Talang galvalum lebar 50 cm tebal 0,4 mm	m <sup>1</sup>	M.625	68.000,00
17.	Pintu alluminium	m <sup>1</sup>	M.626	70.000,00
18.	Profil kaca	m <sup>1</sup>	M.627	5.000,00
19.	Rangka metal hollow 40.40.2 mm	m <sup>1</sup>	M.628	10.000,00
20.	Alluminium strip	m <sup>1</sup>	M.629	70.000,00
MATERIAL PAGAR BRC				
1.	Pagar BRC 90 K2	lembar	M.631	600.000,00
2.	Pagar BRC 120 K2	lembar	M.632	655.000,00
3.	Pagar BRC 175 K3	lembar	M.633	810.000,00
4.	Pagar BRC 190 K3	lembar	M.634	910.000,00
5.	Tiang BRC lengkap P 90 Ø 1,5"	batang	M.635	155.000,00
6.	Tiang BRC lengkap P 120 Ø 1,5"	batang	M.636	205.000,00
7.	Tiang BRC lengkap P 175 Ø 1,5"	batang	M.637	225.000,00
8.	Tiang BRC lengkap P 190 Ø 1,5"	batang	M.638	255.000,00
9.	BRC Single Gate SG 90 T1	unit	M.639	675.000,00
10.	BRC Single Gate SG 120 T1	unit	M.640	755.000,00
11.	BRC Single Gate SG 175 T1	unit	M.641	835.000,00
12.	BRC Single Gate SG 190 T1	unit	M.642	1.005.000,00
13.	BRC Double Gate DG 90 T1	unit	M.643	1.100.000,00
14.	BRC Double Gate DG 120 T1	unit	M.644	1.050.000,00
15.	BRC Double Gate DG 175 T1	unit	M.645	1.128.000,00
16.	BRC Double Gate DG 190 T1	unit	M.646	1.250.000,00
MATERIAL PERALATAN				
1.	Asphalt distributor 4000 ℓ	jam	E.1	24.687,50
2.	Asphalt finisher	jam	E.2	692.044,00
3.	Asphalt mixing plant	jam	E.3	8.699.511,00
4.	Asphalt sprayer 850 ℓ	jam	E.4	75.045,00
5.	Asphalt liquid mixer 1000 ℓ	jam	E.5	48.894,00
6.	Blending equipment	jam	E.5	264.896,00
7.	Bore pile machine	jam	E.6	1.107.141,00
8.	Bulldozer 100-150 HP	jam	E.7	592.207,00



U R A I A N		SATUAN	KODE	HARGA SATUAN (Rp.)
1	2	3		4
9.	Chain saw	jam	E.8	50.130,00
10.	Cold milling machine	jam	E.9	1.255.055,00
11.	Compressor 4000-6500 l\m	jam	E.10	192.687,00
12.	Concrete mixer 350 l	jam	E.11	91.673,00
13.	Concrete mixer 500 l	jam	E.12	103.579,00
14.	Concrete mixer truck 5 m³	jam	E.13	615.492,00
15.	Concrete pan mixer	jam	E.14	768.755,00
16.	Concrete pump	jam	E.15	281.182,00
17.	Concrete slip form paver	jam	E.16	607.909,00
18.	Concrete vibrator	jam	E.17	51.432,00
19.	Crane on track 35 ton	jam	E.18	514.214,00
20.	Crane on wheel 10-15 ton	jam	E.19	402.522,00
21.	Cutting machine	jam	E.20	44.379,00
22.	Dump truck 20 ton	jam	E.21	636.984,00
23.	Dump truck 7,5 ton	jam	E.22	322.111,00
24.	Excavator 80-140 HP	jam	E.23	679.010,00
25.	Flat bed truck 3-4 m³	jam	E.24	531.654,00
26.	Generator set 135 KVA	jam	E.25	479.785,00
27.	Jack hammer	jam	E.26	42.738,00
28.	Motor grader >100 HP	jam	E.27	494.167,00
29.	Pedestrian Roller	jam	E.28	99.273,00
30.	Pile driver + hammer 2,5 ton	jam	E.29	188.677,00
31.	Pneumatic tire roller 8-10 ton	jam	E.30	472.455,00
32.	Stone crusher	jam	E.31	771.833,00
33.	Tandem roller 6-8 ton	jam	E.32	436.343,00
34.	Three wheel roller 6-8 ton	jam	E.33	239.658,00
35.	Trailer 20 ton	jam	E.34	563.705,00
36.	Vibratory plate tamper	jam	E.35	48.839,00
37.	Vibratory roller 1 ton	jam	E.36	91.996,00
38.	Vibratory roller 5-8 ton	jam	E.37	436.343,00
39.	Water pump 70-100 mm	jam	E.38	48.991,00
40.	Water tanker truck 3000-4000 l	jam	E.39	279.370,00
41.	Wheel loader 1,0-1,6 m³	jam	E.40	381.426,00
42.	Stamper	jam	E.41	33.200,00
43.	Mesin gilas 2 roda 6 - 10 ton	jam	E.42	436.343,00
44.	Mesin gilas 3 roda 6 - 10 ton	jam	E.43	239.658,00
45.	Mesin gilas roda karet 8 - 10 ton	jam	E.44	472.455,00
46.	Alat bantu	set	E.45	50.000,00
47.	Depresiasi mesin pompa uji	hari	E.46	42.000,00
48.	Depresiasi peralatan pemboran	hari	E.47	265.000,00
49.	Depresiasi alat compressor	hari	E.48	425.000,00
50.	Logging	unit	E.49	280.000,00
51.	Mesin kerek	unit	E.50	50.000,00
52.	Mesin bor	unit	E.51	450.000,00
53.	Transportasi peralatan drailler	unit	E.52	500.000,00
54.	Compressor bor	unit	E.53	700.000,00
55.	Pompa injeksi	unit	E.54	300.000,00
56.	Pompa tangan	unit	E.55	160.000,00
57.	Sewa bor horisontal	hari	E.56	150.000,00
58.	Sewa Crane	hari	E.57	3.599.498,00
59.	Sewa alat las	jam	E.58	25.000,00
60.	Sewa Scaffolding :		E.59	
	- Main frame T-190	bulan	E.60	9.350,00
	- Main frame T-170	bulan	E.61	8.800,00
	- Leader frame T-90	bulan	E.62	5.775,00
	- Cross brass T-220	bulan	E.63	4.400,00
	- Cross brass T-193	bulan	E.64	4.180,00
	- Joint pin	bulan	E.65	1.650,00
	- Jack base T-40	bulan	E.66	4.400,00
	- Jack base T-60	bulan	E.67	4.620,00
	- U head jack T-40	bulan	E.68	4.400,00
	- U head jack T-60	bulan	E.69	4.675,00
	- Pipe support	bulan	E.70	9.075,00
	- Horizontal frame	bulan	E.71	8.250,00
	- Cat walk	bulan	E.72	28.600,00
	- Pipe brancing 3 m	bulan	E.73	9.350,00
	- Pipe brancing 6 m	bulan	E.74	18.700,00
	- Swipel clamb	bulan	E.75	5.500,00
	- Roda custer (satu set)	bulan	E.76	68.200,00
	- Mesin molen (per hari)	bulan	E.77	176.000,00
61.	Tripod tinggi 5 m	hari	E.78	250.000,00
62.	Alat pancang Hammer 0.5 ton	hari	E.79	350.000,00
63.	Alat penyambung tiang pancang dolken	hari	E.79	350.000,00
64.	Sewa mobil crane	hari	E.79	1.450.000,00
65.	Pompa Air, diesel 5 KW	hari	E.79	250.000,00
66.	Pompa Air, diesel 10 KW	hari	E.79	500.000,00
67.	Pompa Air, diesel 20 KW	hari	E.79	1.000.000,00
68.	Palu/Godam (Baja keras)	buah	E.79	25.000,00
69.	Gergaji Besi	buah	E.79	3.500,00
70.	Pahat Beton (Baja keras)	buah	E.80	15.000,00
71.	Linggis (Baja keras)	buah	E.81	30.000,00
72.	Sewa tangga 7 meter	buah	E.82	50.000,00

U R A I A N		SATUAN	KODE	HARGA SATUAN (Rp.)
1	2	3		4
<b>MATERIAL LISTRIK</b>				
1.	Lampu HPSI 70 W / 220V	buah	M.647	127.050,00
2.	Lampu HPSI 150 W / 220V	buah	M.648	144.375,00
3.	Lampu HPSI 250 W / 220V	buah	M.649	155.925,00
4.	Lampu HPSI 400 W / 220V	buah	M.650	167.475,00
5.	Lampu HPSI 1000 W / 220V	buah	M.651	548.625,00
6.	Lampu SL 32 watt	buah	M.652	98.175,00
7.	Lampu SL 42 watt	buah	M.653	151.387,00
8.	Lampu SL 65 watt	buah	M.654	219.450,00
9.	Lampu LVD 40 watt	buah	M.655	5.520.000,00
10.	Lampu TL 40 W / 220 V	buah	M.656	21.312,00
11.	Lampu pijar 5 W / 220 V	buah	M.657	5.507,00
12.	Lampu HPL 125 W / 220 V	buah	M.658	38.500,00
13.	Lampu HPL 250 W / 220 V	buah	M.659	82.857,00
14.	Lampu HPI.T 250 W / 220 V	buah	M.660	272.937,00
15.	Lampu HPI.T 1000 W / 220 V	buah	M.661	827.750,00
16.	Lampu HPS.T 70 W / 220 V	set	M.662	116.174,00
17.	Lampu HPS.T 150 W / 220 V	set	M.663	147.840,00
18.	Lampu HPS.T 250 W / 220 V	set	M.664	155.925,00
19.	Lampu HPS.T 400 W / 220 V	set	M.665	175.560,00
20.	Lampu HPST 70 watt (komplit set)	set	M.666	2.076.000,00
21.	Lampu HPST 150 watt (komplit set)	set	M.667	2.798.000,00
22.	Lampu HPST 250 watt (komplit set)	set	M.668	2.936.000,00
23.	Lampu HPST 400 watt (komplit set)	set	M.669	3.800.000,00
24.	Lampu HPI.T 250 W / 220 V Komplit Set	set	M.670	3.516.975,00
25.	Lampu HPI.T 400 W / 220 V Komplit Set	set	M.671	6.050.000,00
26.	Lampu Flood Lighting 1000 W Komplit Set	set	M.672	10.230.000,00
27.	Lampu Non Neon	m <sup>1</sup>	M.673	65.312,00
28.	Lampu Hias Lombok (5 m)	m <sup>1</sup>	M.674	90.750,00
29.	Lampu Hias Selang	m <sup>1</sup>	M.675	86.900,00
30.	Tiang octagonal single ornament (T.Parabole)	unit	M.676	4.521.000,00
31.	Tiang beton tipe : 09 - 100 daN E	unit	M.677	2.080.000,00
32.	Traffo SON.T 70 W / 220V	buah	M.678	152.166,00
33.	Traffo SON.T 150 W / 220V	buah	M.679	214.500,00
34.	Traffo SON.T 250 W / 220V	buah	M.680	288.750,00
35.	Traffo SON.T 400 W / 220V	buah	M.681	478.500,00
36.	Traffo SON.T 1000 W / 220V	buah	M.682	2.832.500,00
37.	Traffo TL 40 W / 220 V	buah	M.683	48.400,00
38.	Traffo HPL 125 W	buah	M.684	145.200,00
39.	Traffo HPL 250 W	buah	M.685	375.375,00
40.	Traffo HPI.T 250 W	buah	M.686	276.833,00
41.	Dimming 250 W	buah	M.687	522.500,00
42.	Dimming 400 W	buah	M.688	706.750,00
43.	MCB 6 A	buah	M.689	47.483,00
44.	MCB 10 A	buah	M.690	47.850,00
45.	MCB 25 A	buah	M.691	55.137,00
46.	MCB 30 A	buah	M.692	61.050,00
47.	MCB 40 A	buah	M.693	68.337,00
48.	Kapasitor CP20CU29	buah	M.694	70.125,00
49.	Kapasitor CP25ER28	buah	M.695	66.412,00
50.	Kapasitor CP30ET28	buah	M.696	77.000,00
51.	Kapasitor 12.5 uF	buah	M.697	30.525,00
52.	Kapasitor 8 mF	buah	M.698	24.200,00
53.	Kapasitor Metal Halide 70 W	buah	M.699	70.950,00
54.	Kapasitor Metal Halide 100 W	buah	M.700	132.000,00
55.	Kapasitor Metal Halide 150 W	buah	M.701	80.850,00
56.	Ignitor SI 51	buah	M.702	104.133,00
57.	Ignitor SI 52	buah	M.703	68.566,00
58.	Ignitor SN 56	buah	M.704	75.900,00
59.	Ignitor SN 57	buah	M.705	71.500,00
60.	Ignitor SN 58	buah	M.706	72.233,00
61.	Ignitor SN 58 TI	buah	M.707	66.385,00
62.	Kontaktor SN.25	buah	M.708	360.250,00
63.	Kontaktor SN.35	buah	M.709	435.875,00
64.	Kontaktor SN.65	buah	M.710	816.750,00
65.	Konektor	buah	M.711	10.000,00
66.	Konektor / terminal 6 mm	buah	M.712	37.583,00
67.	Konektor / terminal 10 mm	buah	M.713	38.500,00
68.	Konektor / terminal 16 mm	buah	M.714	60.500,00
69.	Konektor / terminal 25 mm	buah	M.715	81.400,00
70.	Ballast 70 W / 220 V	buah	M.716	184.433,00
71.	Ballast 150 W / 220 V	buah	M.717	304.516,00
72.	Ballast 250 W / 220 V	buah	M.718	360.708,00
73.	Ballast 400 W / 220 V	buah	M.719	641.666,00
74.	Kabel NYM 2 x 1.5 mm2	m <sup>1</sup>	M.720	6.783,00
75.	Kabel NYM 2 x 2,5 mm2	m <sup>1</sup>	M.721	9.441,00
76.	Kabel NYM 2 x 4 mm2	m <sup>1</sup>	M.722	16.087,00
77.	Kabel NYM 3 x 1.5 mm2	m <sup>1</sup>	M.723	10.396,00
78.	Kabel NYM 3 x 2.5 mm2	m <sup>1</sup>	M.724	11.916,00
79.	Kabel NYM 3 x 4 mm2	m <sup>1</sup>	M.725	19.250,00
80.	Kabel NYM 3 x 6 mm2	m <sup>1</sup>	M.726	37.070,00
81.	Kabel NYM 3 x 10 mm2	m <sup>1</sup>	M.727	48.812,00

U R A I A N		SATUAN	KODE	HARGA SATUAN (Rp.)
1	2	3		4
82.	Kabel NYY 3 x 1.5 mm2	m <sup>1</sup>	M.728	13.223,00
83.	Kabel NYY 3 x 2.5 mm2	m <sup>1</sup>	M.729	18.425,00
84.	Kabel NYY 3 x 4 mm2	m <sup>1</sup>	M.730	24.475,00
85.	Kabel NYY 3 x 6 mm2	m <sup>1</sup>	M.731	34.527,00
86.	Kabel NYY 3 x 10 mm2	m <sup>1</sup>	M.732	52.341,00
87.	Kabel NYY 4 x 4 mm2	m <sup>1</sup>	M.733	30.983,00
88.	Kabel NYY 4 x 6 mm2	m <sup>1</sup>	M.733	41.900,00
89.	Kabel NYY 4 x 10 mm2	m <sup>1</sup>	M.734	67.833,00
90.	Kabel LVTC 2 x 10 mm2	m <sup>1</sup>	M.735	5.692,00
91.	Kabel LVTC 2 x 25 mm2	m <sup>1</sup>	M.735	17.500,00
92.	Kabel LTVC 3 x 10 mm2	m <sup>1</sup>	M.736	9.533,00
93.	Kabel LVTC 3 x 16 mm2	m <sup>1</sup>	M.736	14.500,00
94.	Kabel LTVC 3 x 35 mm N 25	m <sup>1</sup>	M.737	36.025,00
95.	Kabel NYA 1.5 mm	m <sup>1</sup>	M.738	2.786,00
96.	Kabel NYA 2.5 mm	m <sup>1</sup>	M.739	4.033,00
97.	Kabel NYA F 6 mm	m <sup>1</sup>	M.740	14.808,00
98.	Kabel NYA F 10 mm	m <sup>1</sup>	M.741	21.312,00
99.	Kabel DX 2 x 10 mm	m <sup>1</sup>	M.742	5.775,00
100.	Kabel DX 2 x 16 mm	m <sup>1</sup>	M.743	7.883,00
101.	Kabel DX 2 x 25 mm	m <sup>1</sup>	M.744	16.866,00
102.	Kabel NYFGBY 3 x 10 mm	m <sup>1</sup>	M.745	96.800,00
103.	Kabel NYFGBY 4 x 16 mm	m <sup>1</sup>	M.746	108.716,00
103.	Senur	roll	M.747	146.575,00
104.	PTS 60 A	buah	M.748	1.463.000,00
105.	PTS 80 A	buah	M.749	1.925.000,00
106.	PTS 120 A	buah	M.750	2.392.500,00
107.	Fitting Gantung	buah	M.751	5.060,00
108.	Fitting DK E 27 / Keramik	buah	M.752	16.500,00
109.	Fitting DK E 40	buah	M.753	27.775,00
110.	Box Panel 30 x 40 x 20 mm	buah	M.754	186.450,00
111.	Box Panel 20 x 40 x 50 mm	buah	M.755	343.475,00
112.	Box Panel 50 x 60 mm	unit	M.756	607.750,00
113.	Box panel 80x60x30 cm	unit	M.757	937.750,00
114.	Begel steel box panel	buah	M.757	45.000,00
115.	Begel steel infor	buah	M.757	48.300,00
116.	Magnetic Contactor SN.65	buah	M.758	835.000,00
117.	Pipa infor galvanis Ø 2"	batang	M.759	262.350,00
118.	Pipa flexibel	buah	M.760	14.500,00
119.	Kawat BC - 6 mm	m	M.761	14.370,00
120.	Kanal C	m	M.762	29.750,00
121.	Kabel NYY 2 x 16 mm <sup>2</sup>	m	M.763	44.550,00
122.	Mur baut	buah	M.764	28.750,00
123.	Ground rood 5/8"	unit	M.765	128.350,00
124.	T. infooring	buah	M.766	34.500,00
125.	Begel stang	buah	M.758	58.000,00
126.	Begel stang Ø 2", 8" mm (medium A)	buah	M.759	94.050,00
127.	Stang Ø 1" x 2 m (caping)	buah	M.760	358.200,00
128.	Pipa Subduct HDPE 40 mm x 34 mm2	buah	M.765	13.500,00
129.	Tang Listrik	buah	M.766	77.366,00
130.	Testpen	buah	M.767	27.362,00
131.	Toolset	buah	M.768	524.150,00
132.	Timer theben	buah	M.769	438.166,00
133.	Obeng min	buah	M.770	34.375,00
134.	Obeng kembang	buah	M.771	35.750,00
135.	Long Dead And	buah	M.772	23.925,00
136.	Ling	buah	M.773	1.100,00
137.	Strain clamp wedge alluminium Alloy	batang	M.774	13.667,00
138.	Stainless stell strap	batang	M.775	13.337,00
139.	Stopping	batang	M.776	3.300,00
140.	Fotocell 6 A	buah	M.777	105.600,00
141.	SWC	buah	M.778	12.100,00
142.	Silicon	buah	M.779	50.600,00
143.	SJ.6	buah	M.780	28.050,00
144.	Stainless	m <sup>1</sup>	M.781	10.725,00
145.	Amperemeter	buah	M.782	951.500,00
146.	Bandead alcoa	buah	M.783	8.250,00
147.	Multimeter	buah	M.784	223.666,00
148.	Isolasi	buah	M.785	8.525,00
149.	Kawat Las UK.32	dos	M.786	88.000,00
150.	Pisau gerindo	buah	M.787	63.525,00
151.	Kawat seng	buah	M.788	28.875,00
152.	Tutup panel 30 x 30	buah	M.789	33.412,00
153.	Retur material eksisting	unit	M.790	110.000,00
154.	Tutup kaca	buah	M.791	170.500,00
155.	Pasang panel kontrol	unit	M.792	96.250,00
156.	Penyambungan beban	unit	M.793	20.900,00
157.	Pasang instalasi per titik	titik	M.794	137.500,00
158.	Pengetesan dan penyalan	titik	M.795	8.525,00
159.	Biaya angkutan	jam	M.796	8.250,00
160.	Upah pasang stang 2" - 3" meter	ls	M.797	30.250,00
161.	Upah pasang stang 2" - 6" meter	ls	M.798	49.500,00
162.	Upah pasang lampu	unit	M.799	102.850,00

U R A I A N		SATUAN	KODE	HARGA SATUAN (Rp.)
1	2	3		4
163.	Alat bantu listrik	set	M.802	94.187,00
164.	Assesoris panel	buah	M.803	59.300,00
165.	Assesoris kabel	buah	M.803	1.320,00
MATERIAL LAIN-LAIN				
1.	Air	m <sup>3</sup>	M.804	15.833,00
2	Air,	liter	M.805	157,00
2.	Cat marka (non thermoplastic)	kg	M.806	46.750,00
3.	Cat marka (thermoplastic)	kg	M.807	41.800,00
4.	Curing compound	liter	M.808	45.650,00
5.	Formtie/penjaga jarak bekesting/spacer	buah	M.809	7.315,00
6.	Gebalan Rumput	m <sup>2</sup>	M.810	5.500,00
7.	Glass Bead	kg	M.811	13.750,00
8.	Ijuk	m3	M.812	74.250,00
9.	Karung plastik	buah	M.813	2.750,00
10.	Plat nama jalan 10x50 cm	buah	M.814	82.500,00
11.	Plat rambu 60x60 cm/Ø60cm engineering grade	buah	M.815	137.500,00
12.	Plat rambu 60x60 cm/Ø60cm high intensity grade	buah	M.816	852.500,00
13.	Plastik cor/Polytene 125 mikron	kg	M.817	63.250,00
14.	Sesek bambu (2x1,5m)	m <sup>2</sup>	M.818	12.100,00
15.	Tali ijuk	kg	M.819	8.800,00
16.	Formica	lembar	M.820	52.800,00
17.	Ramset/dina bolt	buah	M.821	3.300,00
18.	Rel pintu dorong	buah	M.822	244.750,00
19.	Roster/terawang	buah	M.823	6.325,00
20.	Sabun	Kg	M.824	21.450,00
21.	Seal tape	buah	M.825	2.750,00
22.	Aluminium foil	m <sup>2</sup>	M.826	8.250,00
23.	Soda api	kg	M.827	19.250,00
24.	Wallpaper	m <sup>2</sup>	M.828	31.350,00
25.	Sealant	tube	M.829	65.000,00
26.	Sealant kaca	kg	M.830	36.300,00
27.	Batu apung	kg	M.831	5.500,00
28.	Nako per daun	buah	M.832	8.200,00
29.	Kapur	m <sup>3</sup>	M.833	275.000,00
30.	Screen low carbon	m <sup>1</sup>	M.834	522.500,00
31.	Screen stainless steel ø 4"	m <sup>1</sup>	M.835	1.083.500,00
32.	Pipa screen pvc Ø 4"	m <sup>1</sup>	M.836	90.750,00
33.	Pipa HDPE 40/33 mm	m <sup>1</sup>	M.837	8.800,00
34.	Sesek bambu	lembar	M.838	19.250,00
35.	Recorder paper	set	M.839	181.500,00
36.	Alat tulis	buah	M.840	71.500,00
37.	Additive	liter	M.841	66.000,00
38.	Aspal curah	kg	M.842	10.510,00
39.	Aspal drum	kg	M.843	11.177,00
40.	Guiding Block	m2	M.844	440.000,00
41.	Bollard stainless steel (tinggi 1m ; Ø 4")	buah	M.845	577.500,00
42.	Bollard cast iron (tinggi 1,2m ; Ø bawah 5" ; Ø atas 4")	buah	M.846	2.750.000,00
43.	Batako (ukuran 40x20x10)	buah	M.847	4.400,00
44.	Batako (ukuran 40x20x12)	buah	M.848	5.280,00
45.	Batako (ukuran 40x20x15)	buah	M.849	6.600,00
46.	Batako (ukuran 40x20x20)	buah	M.849	8.800,00
47.	Hebel Block (ukuran 60x20x10 cm)	buah	M.850	25.535,00
48.	Hebel Block (ukuran 60x20x15 cm)	buah	M.851	28.285,00
49.	Hebel Block (ukuran 60x20x20 cm)	buah	M.852	51.595,00
50.	Joint Sealent	kg	M.853	46.200,00
51.	Inlet drain uk. 28 x 39 cm (tipe vertikal) Pabrikasi	buah	M.854	124.624,00
52.	Dinabolt dia 12mm (10-15cm)	buah	M.855	10.000,00
53.	Lapisan galvanis	kg	M.856	7.700,00
54.	Pintu lipat (folding door) bahan plastik/PVC	m2	M.857	200.000,00
55.	Skrup fixer	buah	M.858	1.000,00
56.	Sealant	tube	M.859	65.000,00
57.	Jendela nako (rangka + kaca 5 mm)	m2	M.860	250.000,00
58.	Plastic aerator	buah	M.861	15.000,00
59.	Venetions blinds dan vertical blinds (tirai)	m2	M.859	350.000,00

WALIKOTA SEMARANG

HENDRAR PRIHADI

## **LAMPIRAN 11**

### **GAMBAR**

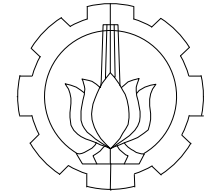
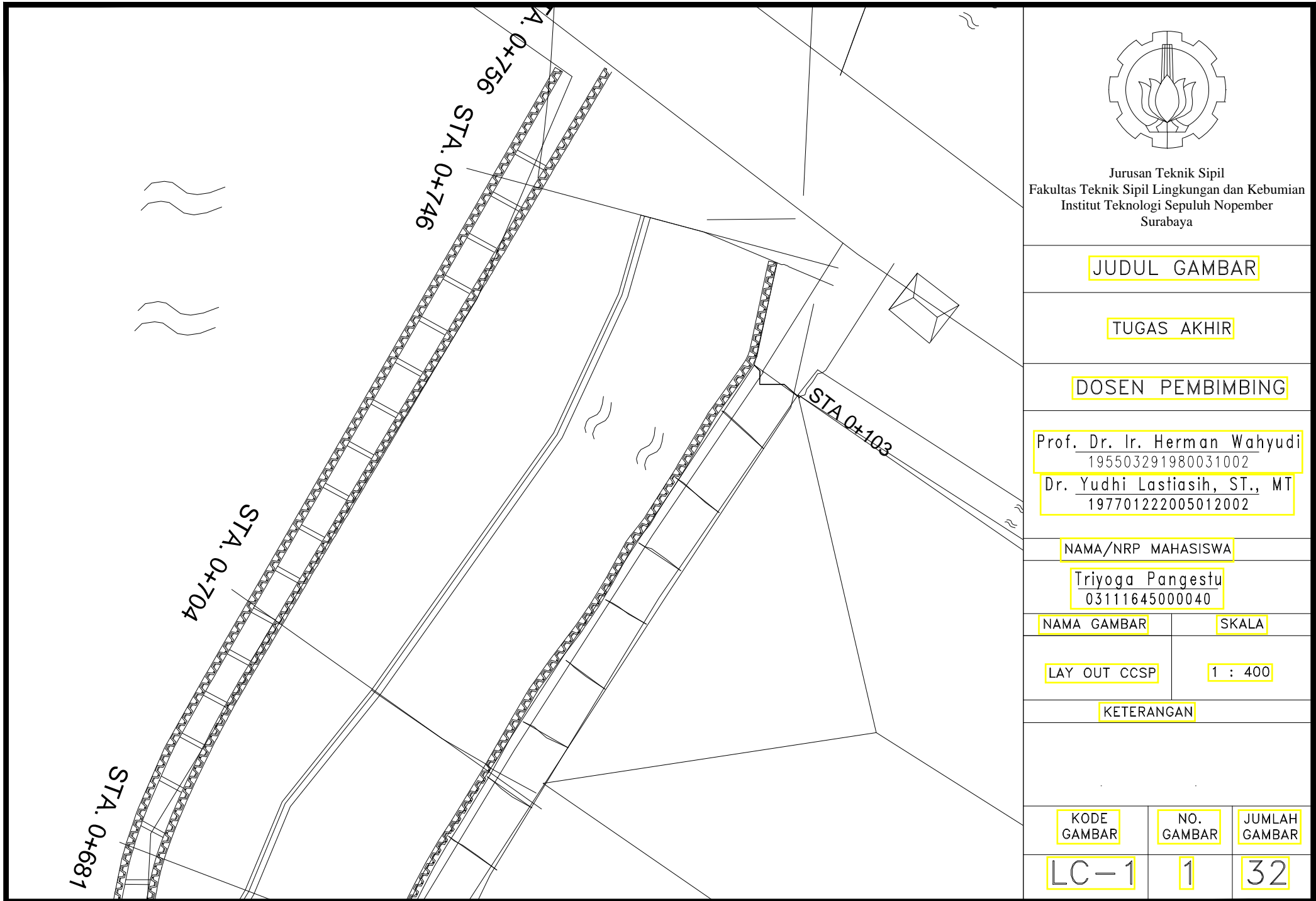
**GAMBAR**  
**HASIL TUGAS AKHIR**

## DAFTAR GAMBAR TA

Gambar LC-1 Layout CCSP.....	1
Gambar LC-2 Layout CCSP.....	2
Gambar LC-3 Layout CCSP.....	3
Gambar LC-4 Layout CCSP.....	4
Gambar LC-5 Layout CCSP.....	5
Gambar LC-6 Layout CCSP.....	6
Gambar LC-7 Layout CCSP.....	7
Gambar LC-8 Layout CCSP.....	8
Gambar LC-9 Layout CCSP.....	9
Gambar LC-10 Layout CCSP.....	10
Gambar LC-11 Layout CCSP.....	11
Gambar LC-12 Layout CCSP.....	12
Gambar LC-13 Layout CCSP.....	13
Gambar CS CCSP-1.....	14
Gambar BP CCSP-1.....	15

Gambar CS GA-1.....	16
Gambar LS-1 Layout SP.....	17
Gambar LS-2 Layout SP.....	18
Gambar LS-3 Layout SP.....	19
Gambar LS-4 Layout SP.....	20
Gambar LS-5 Layout SP.....	21
Gambar LS-6 Layout SP.....	22
Gambar LS-7 Layout SP.....	23
Gambar LS-8 Layout SP.....	24
Gambar LS-9 Layout SP.....	25
Gambar LS-10 Layout SP.....	26
Gambar LS-11 Layout SP.....	27
Gambar LS-12 Layout SP.....	28
Gambar LS-13 Layout SP.....	29
Gambar CS SP-1.....	30
Gambar BP SP-1.....	31
Gambar TA C-1.....	32





Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

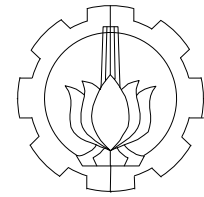
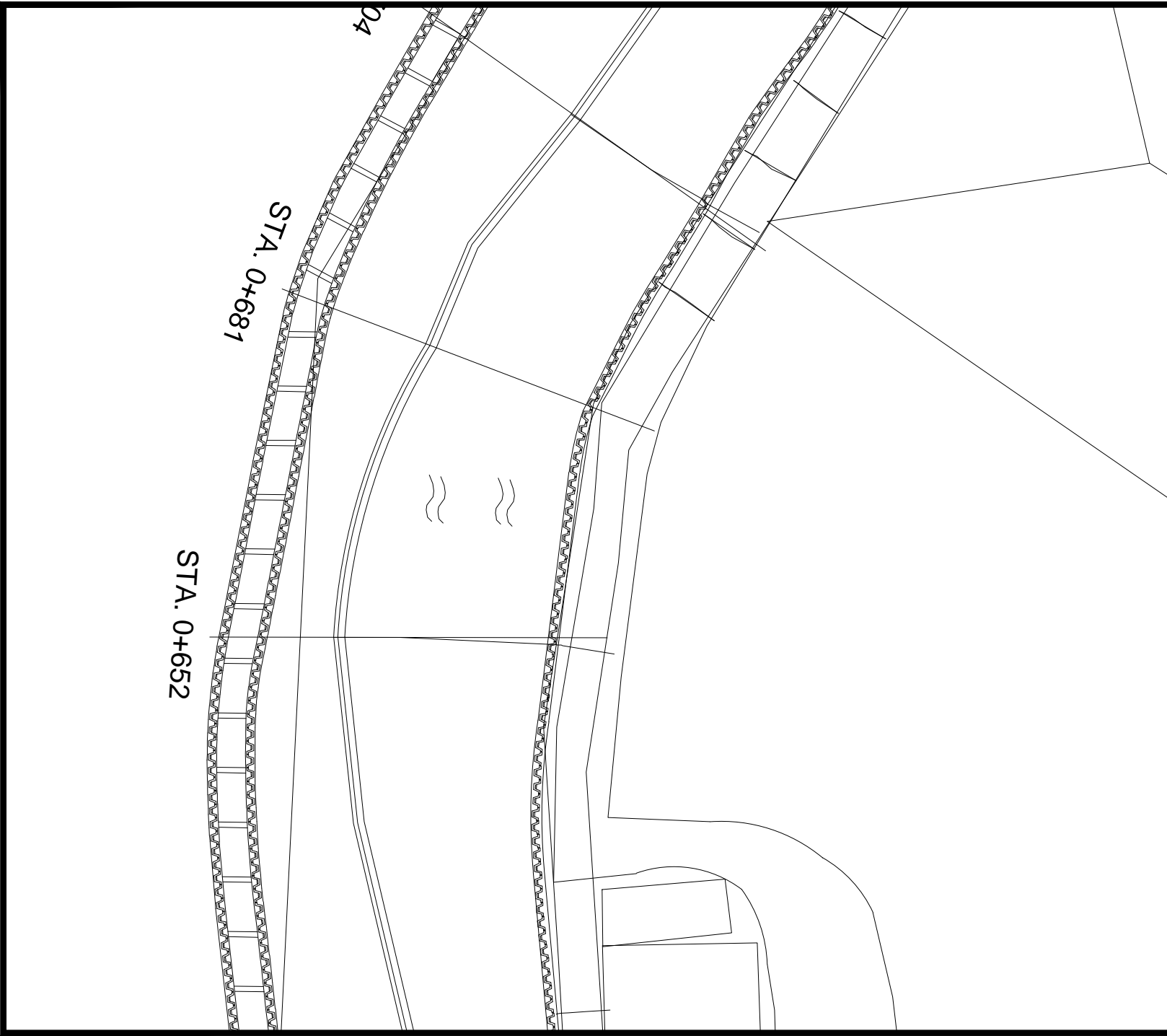
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-1

1

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

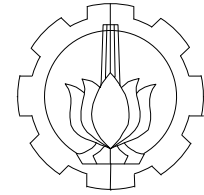
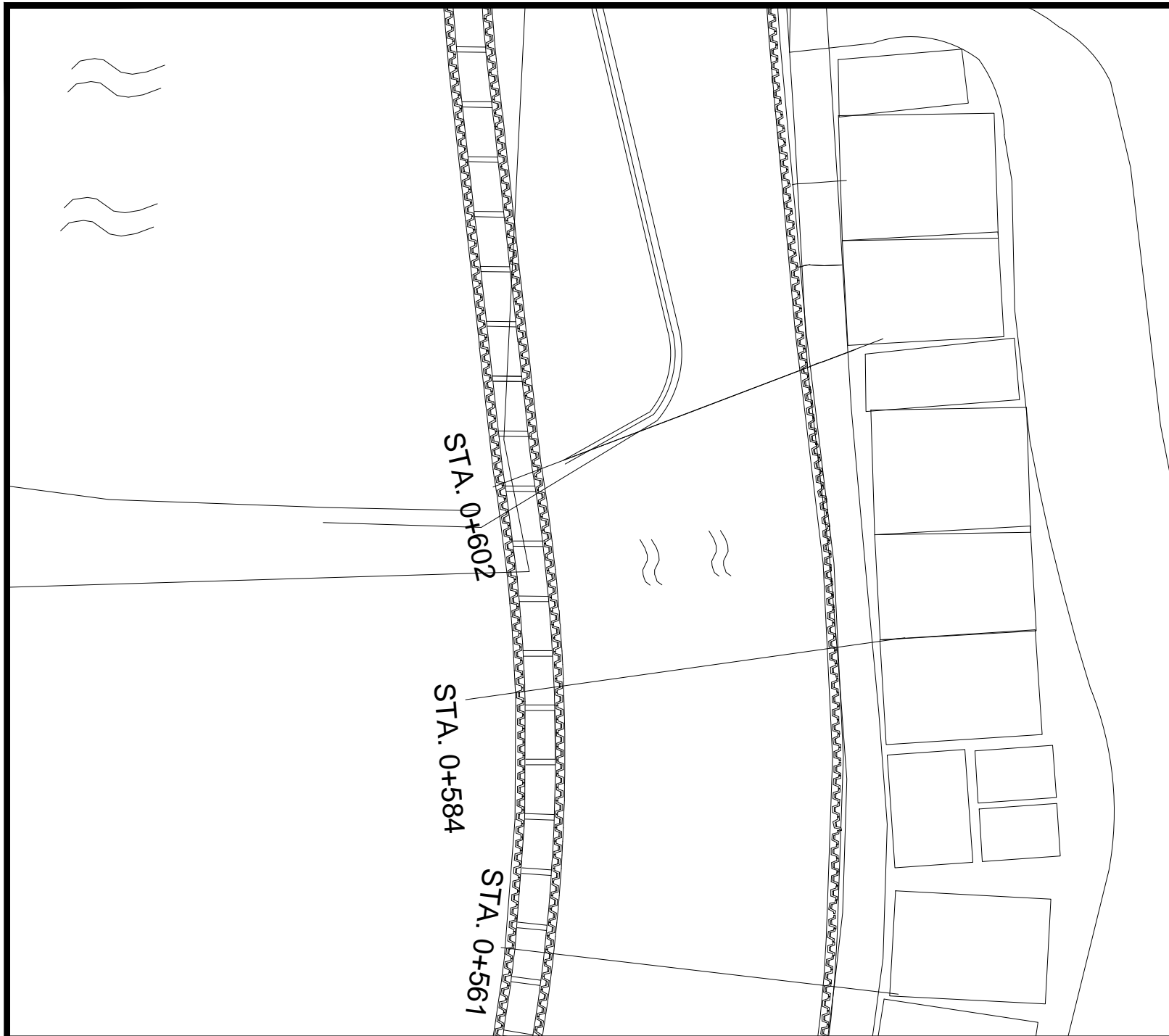
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-2

2

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

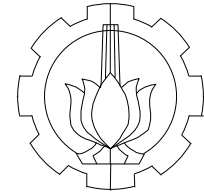
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-3

3

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

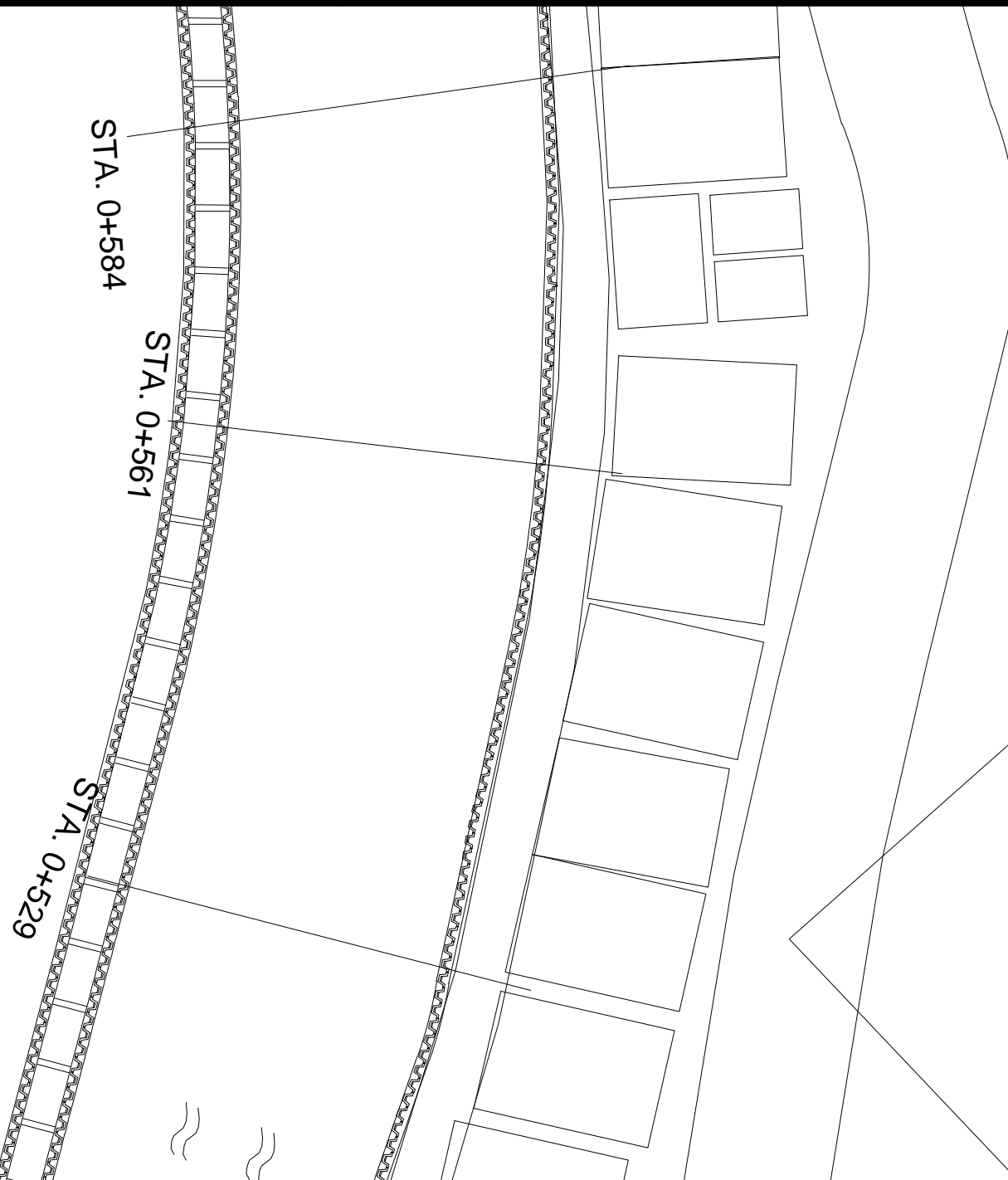
NO.  
GAMBAR

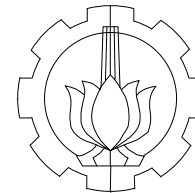
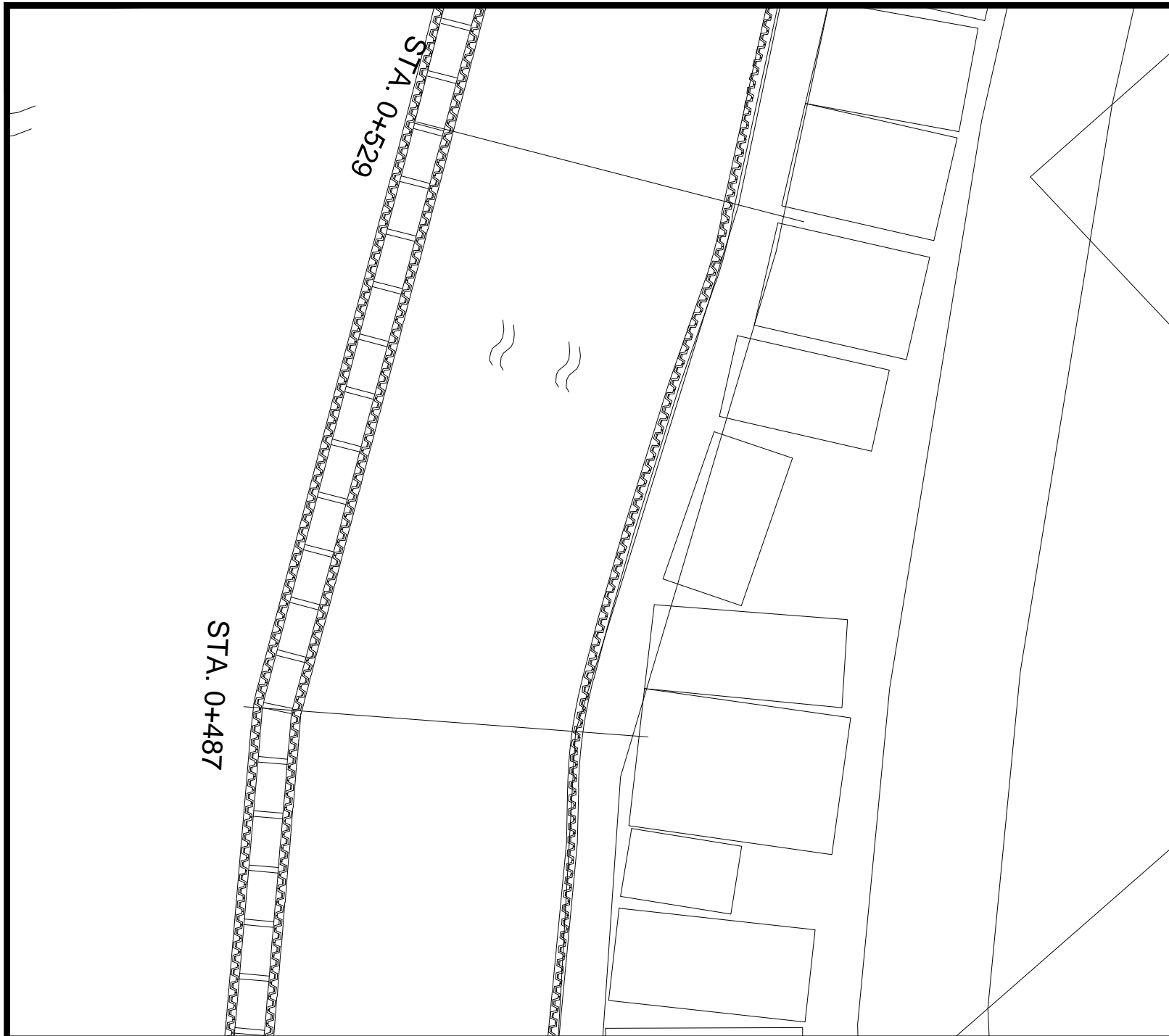
JUMLAH  
GAMBAR

LC-4

4

32





Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihuan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

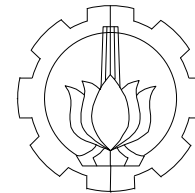
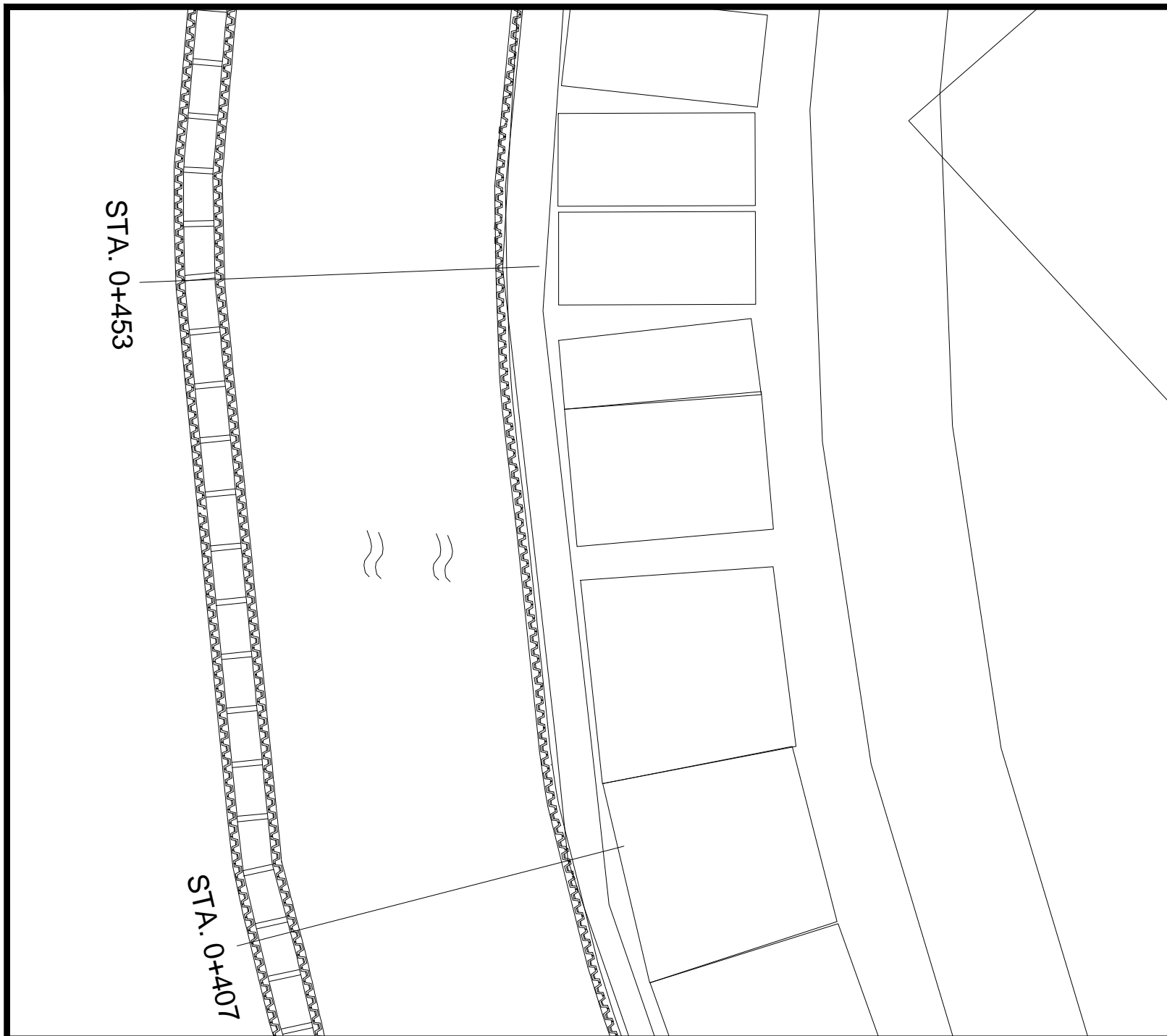
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-5

5

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

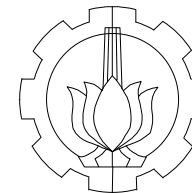
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-6

6

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

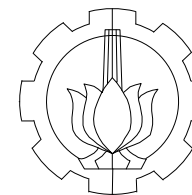
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-7

7

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

NO.  
GAMBAR

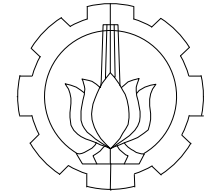
JUMLAH  
GAMBAR

LC-8

8

32





Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

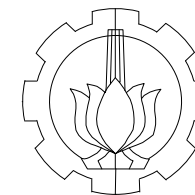
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-9

9

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

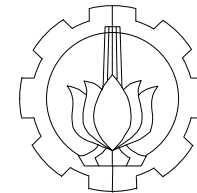
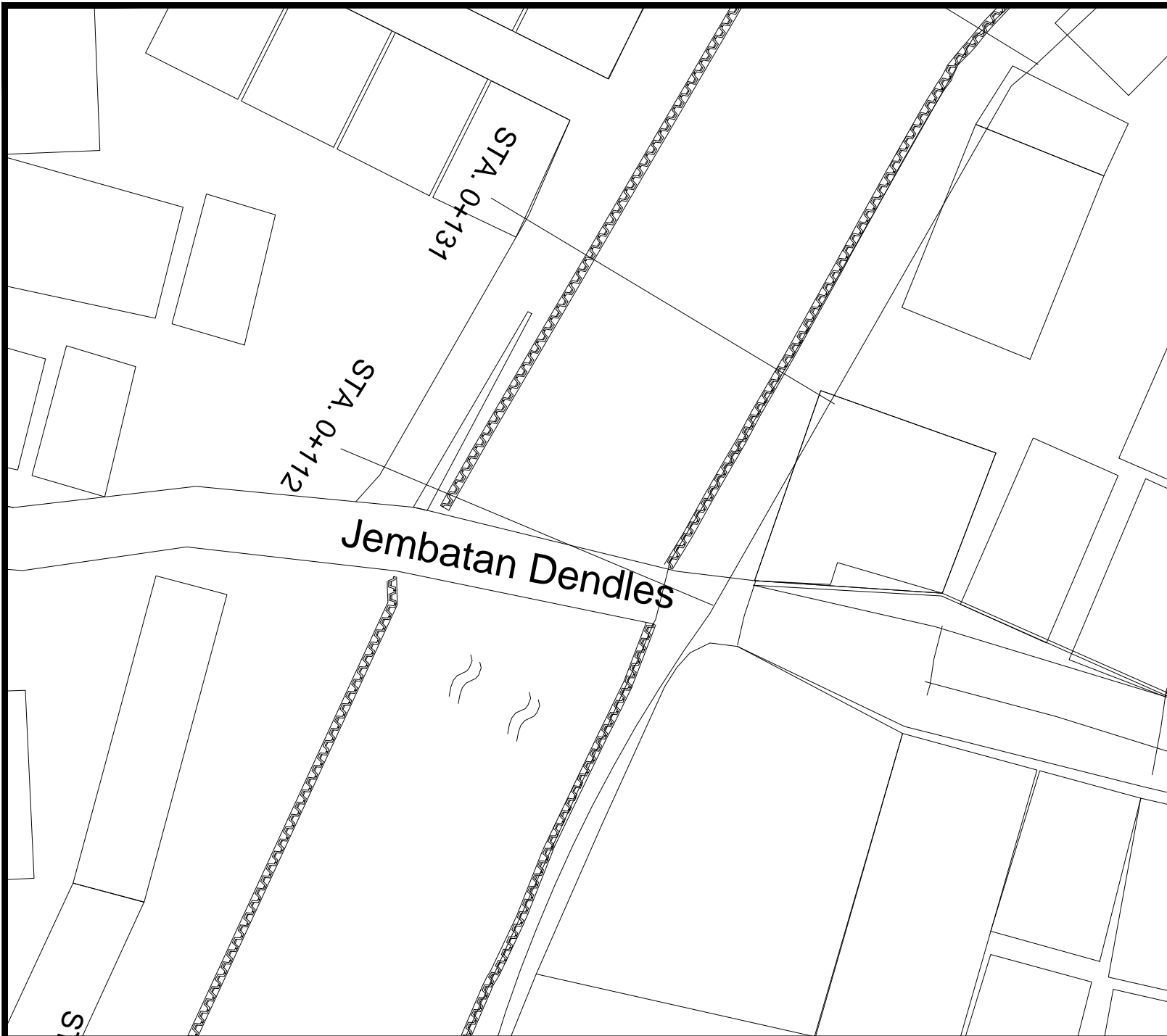
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-10

10

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

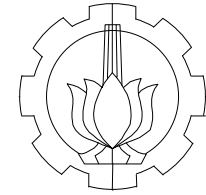
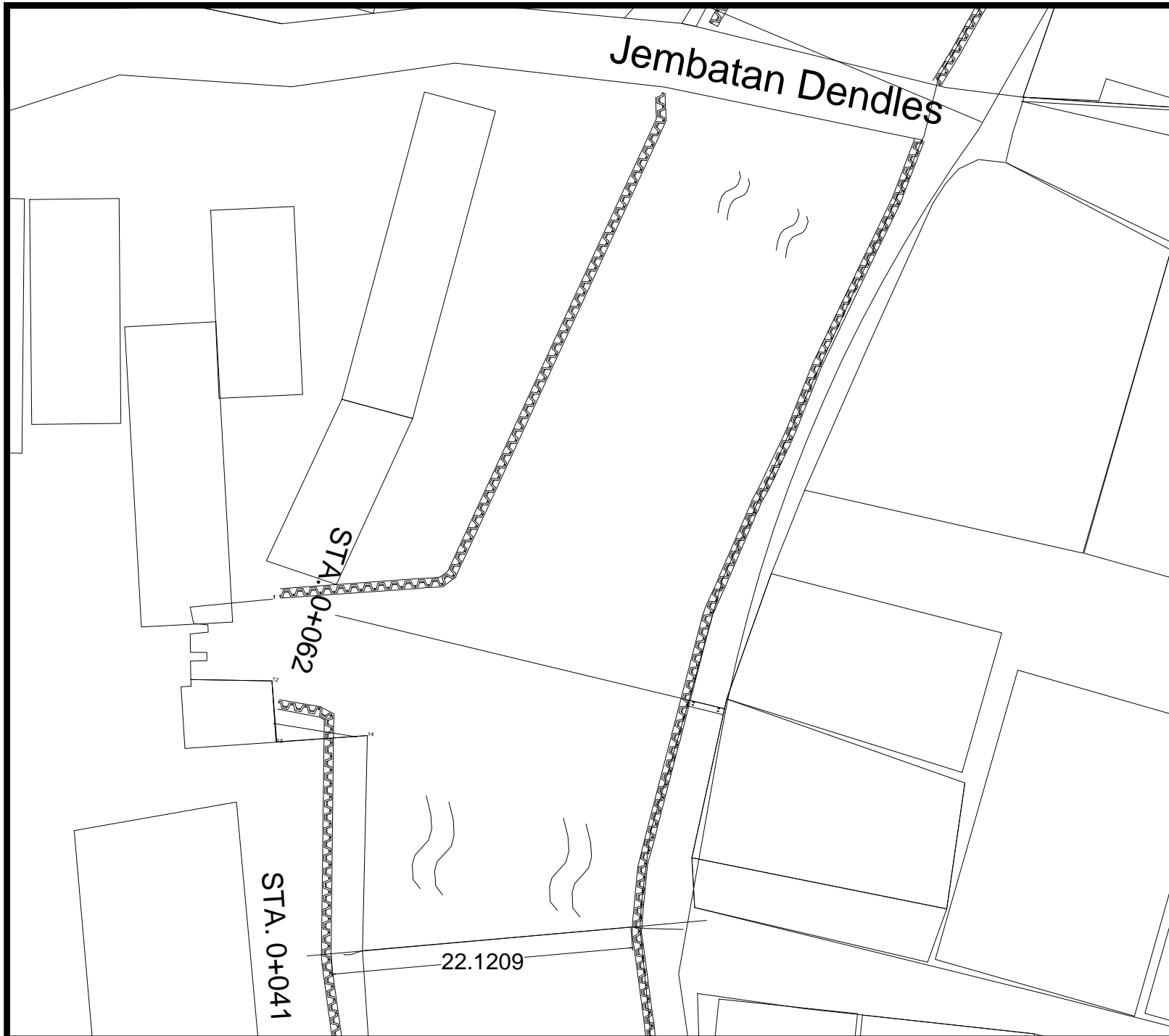
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-11

11

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

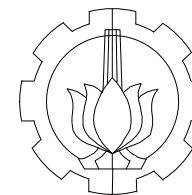
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-12

12

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

NO.  
GAMBAR

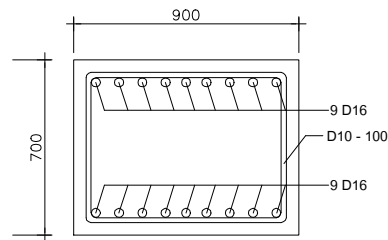
JUMLAH  
GAMBAR

LC-13

13

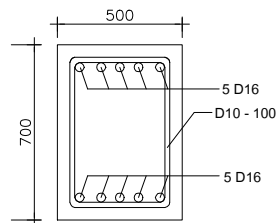
32





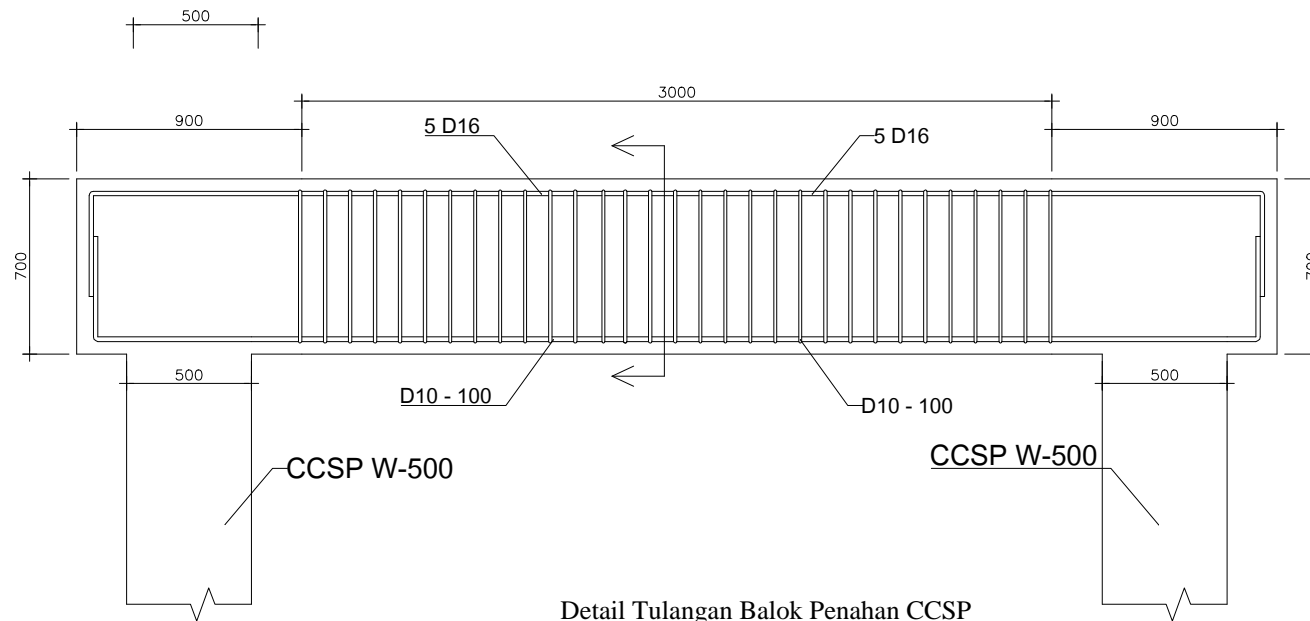
Penulangan Capping Beam CCSP

Skala 1 : 30



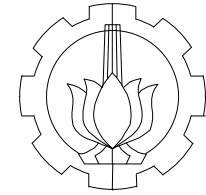
Penulangan Balok Penahan CCSP

Skala 1 : 30



Detail Tulangan Balok Penahan CCSP

Skala 1 : 30



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

1. Balok Penahan CCSP
2. Penulangan CB
3. Penulangan BP

1 : 30

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

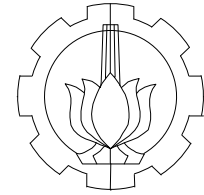
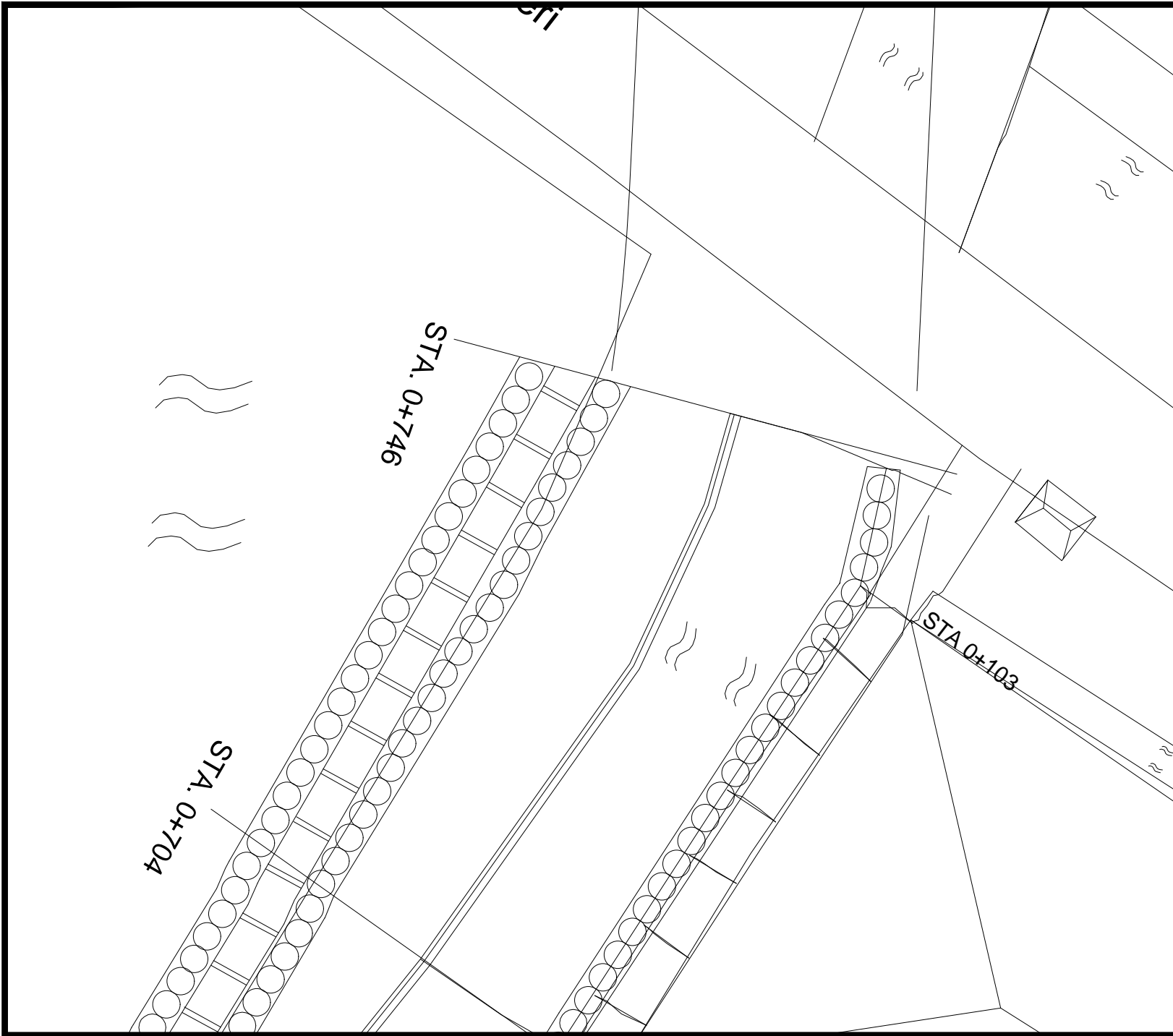
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

BP CCSP-1

15

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

NO.  
GAMBAR

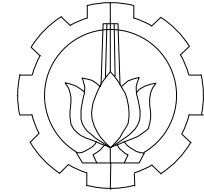
JUMLAH  
GAMBAR

LS-1

17

32





Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-2

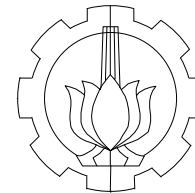
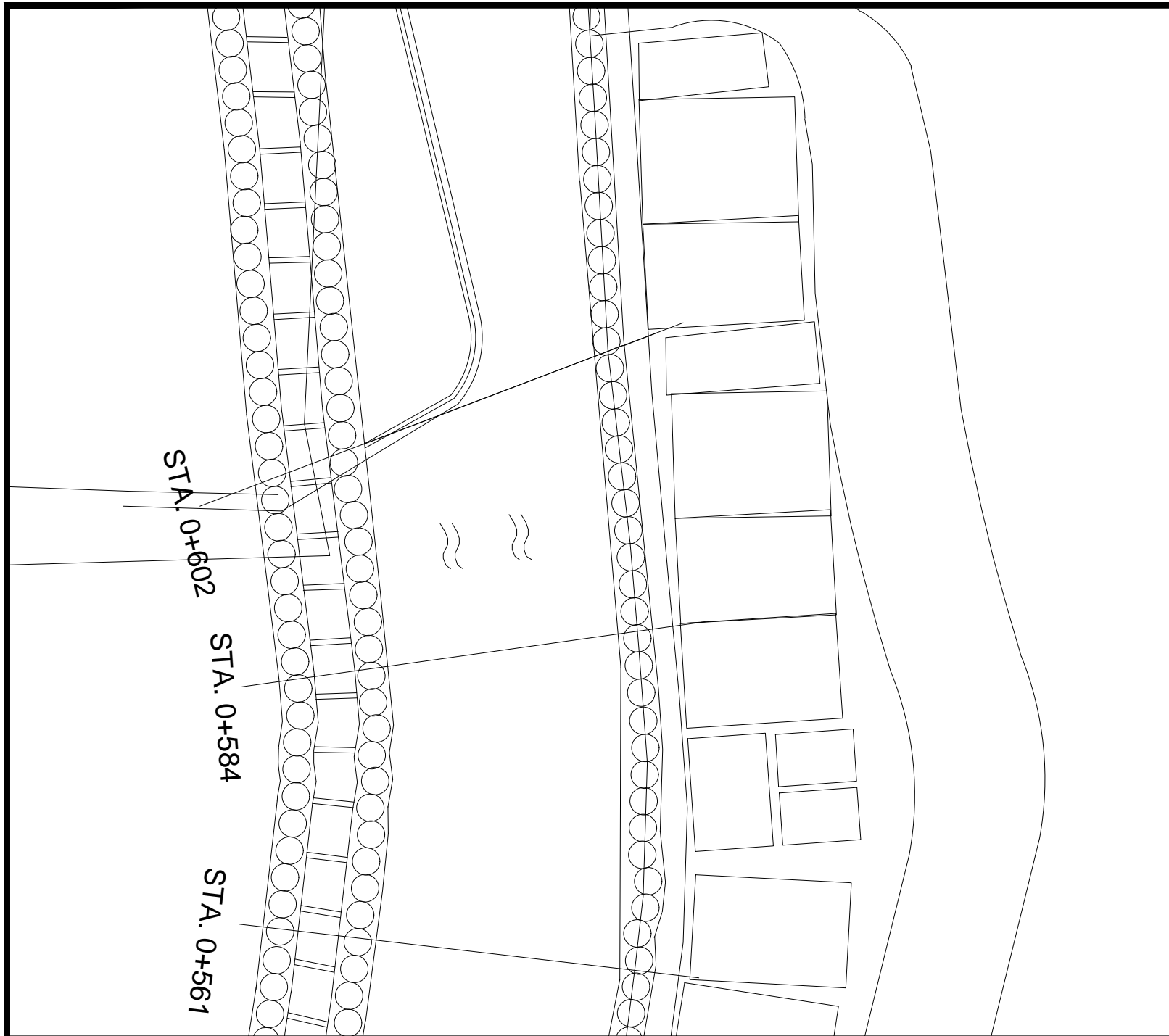
18

32

STA. 0+652

STA. 0+681

704



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

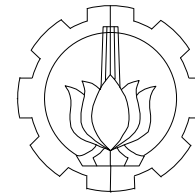
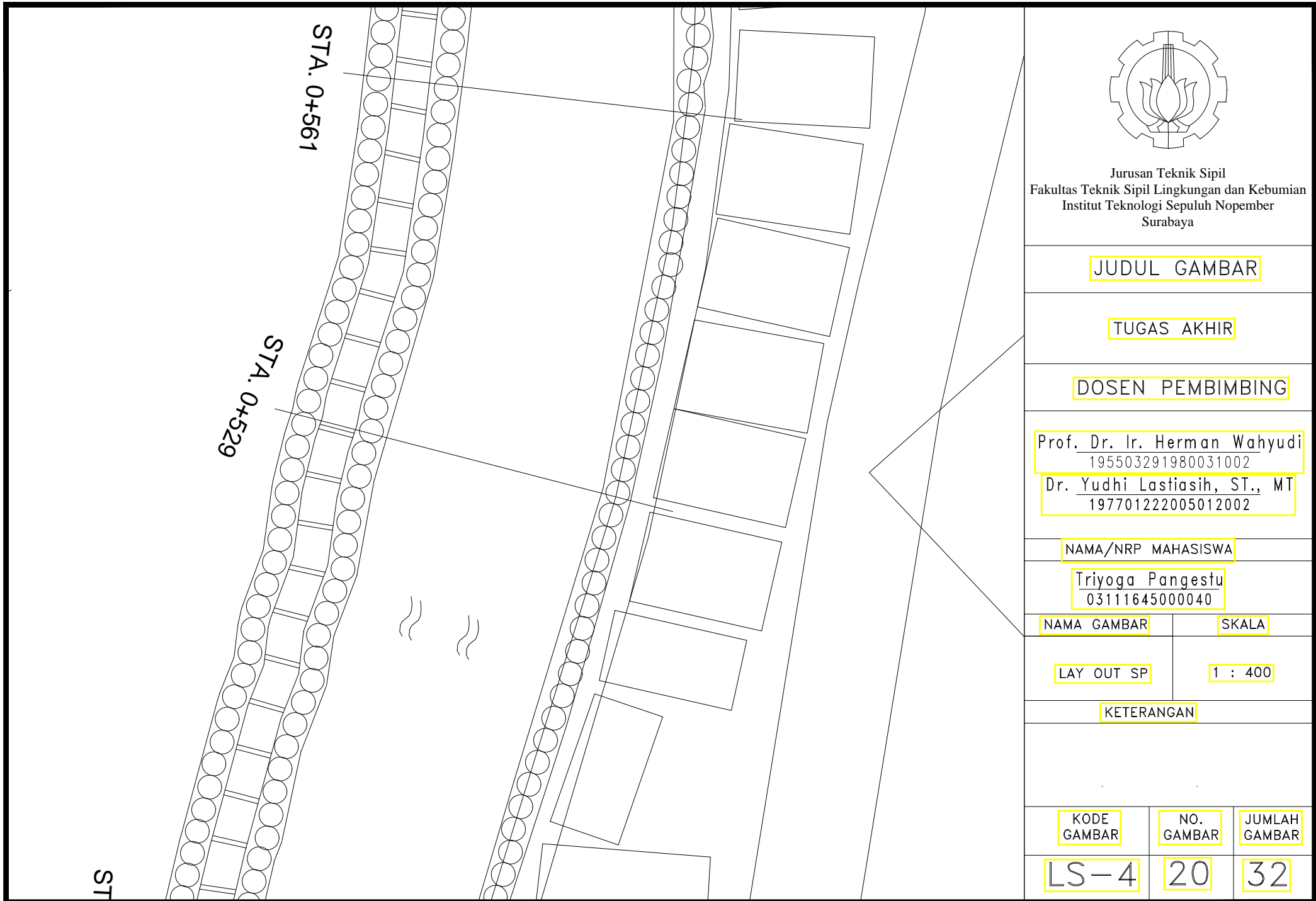
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-3

19

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

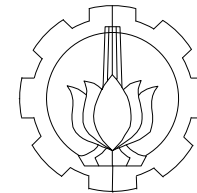
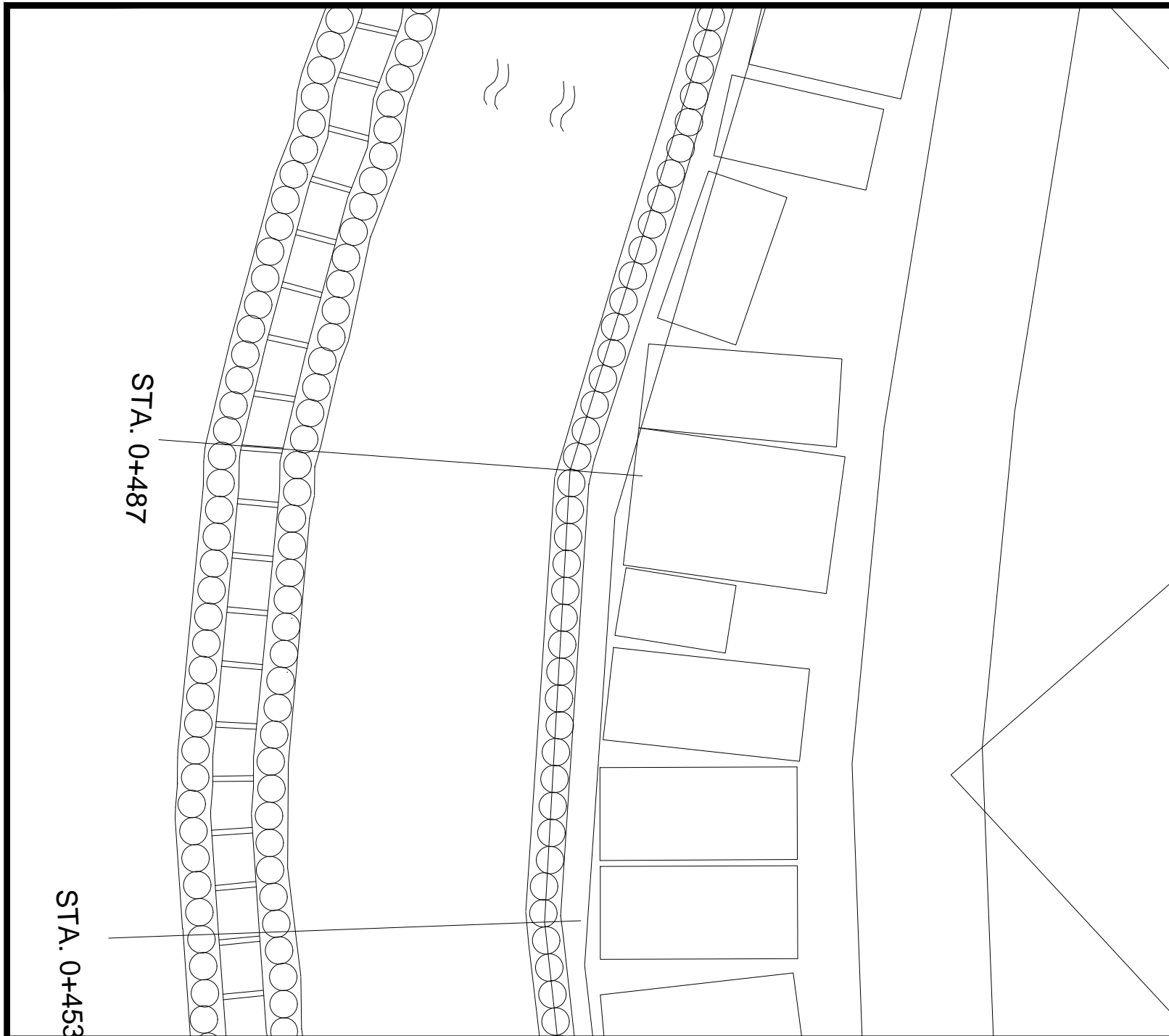
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-4

20

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

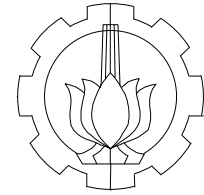
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-5

21

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

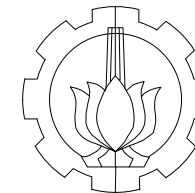
LS-6

22

32

STA. 0+453

STA. 0+40



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

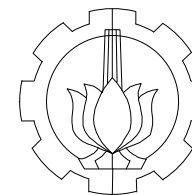
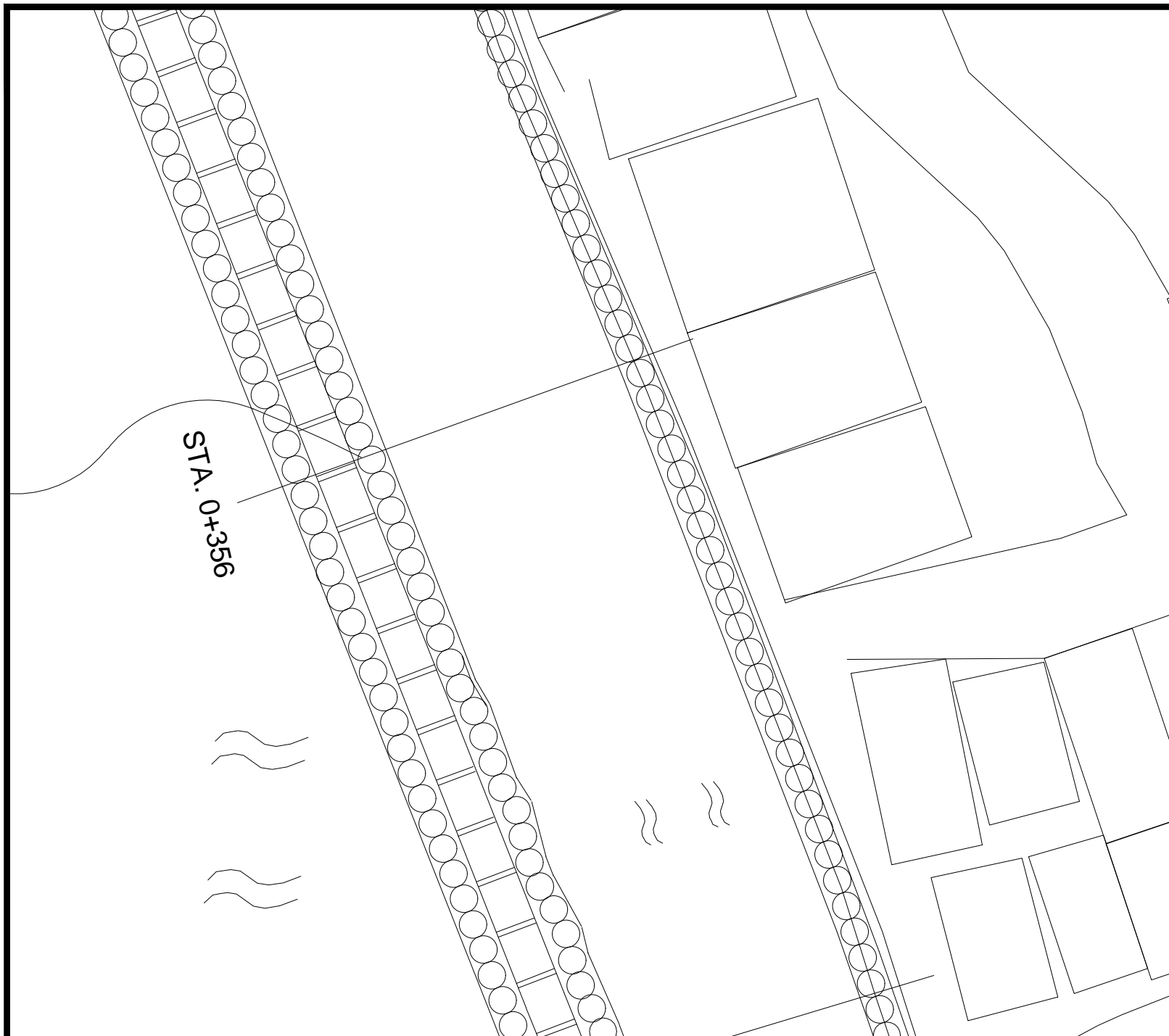
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-7

23

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

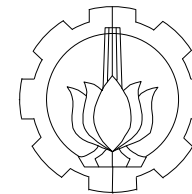
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-8

24

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

NO.  
GAMBAR

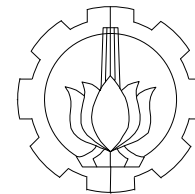
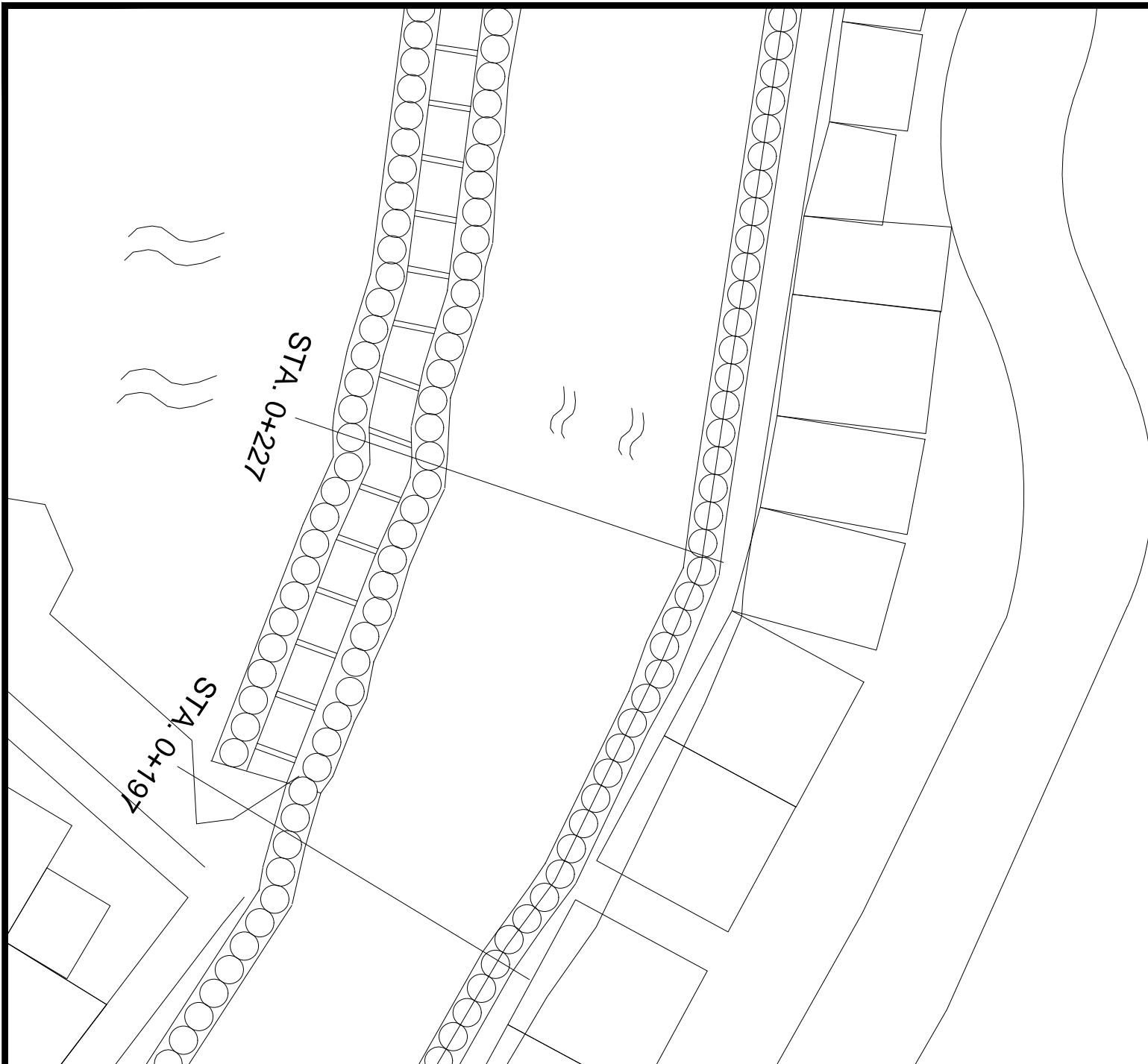
JUMLAH  
GAMBAR

LS-9

25

32





Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

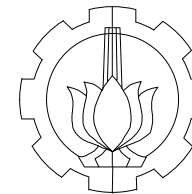
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-10

26

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

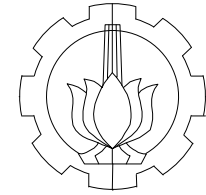
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-11

27

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

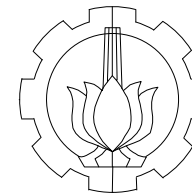
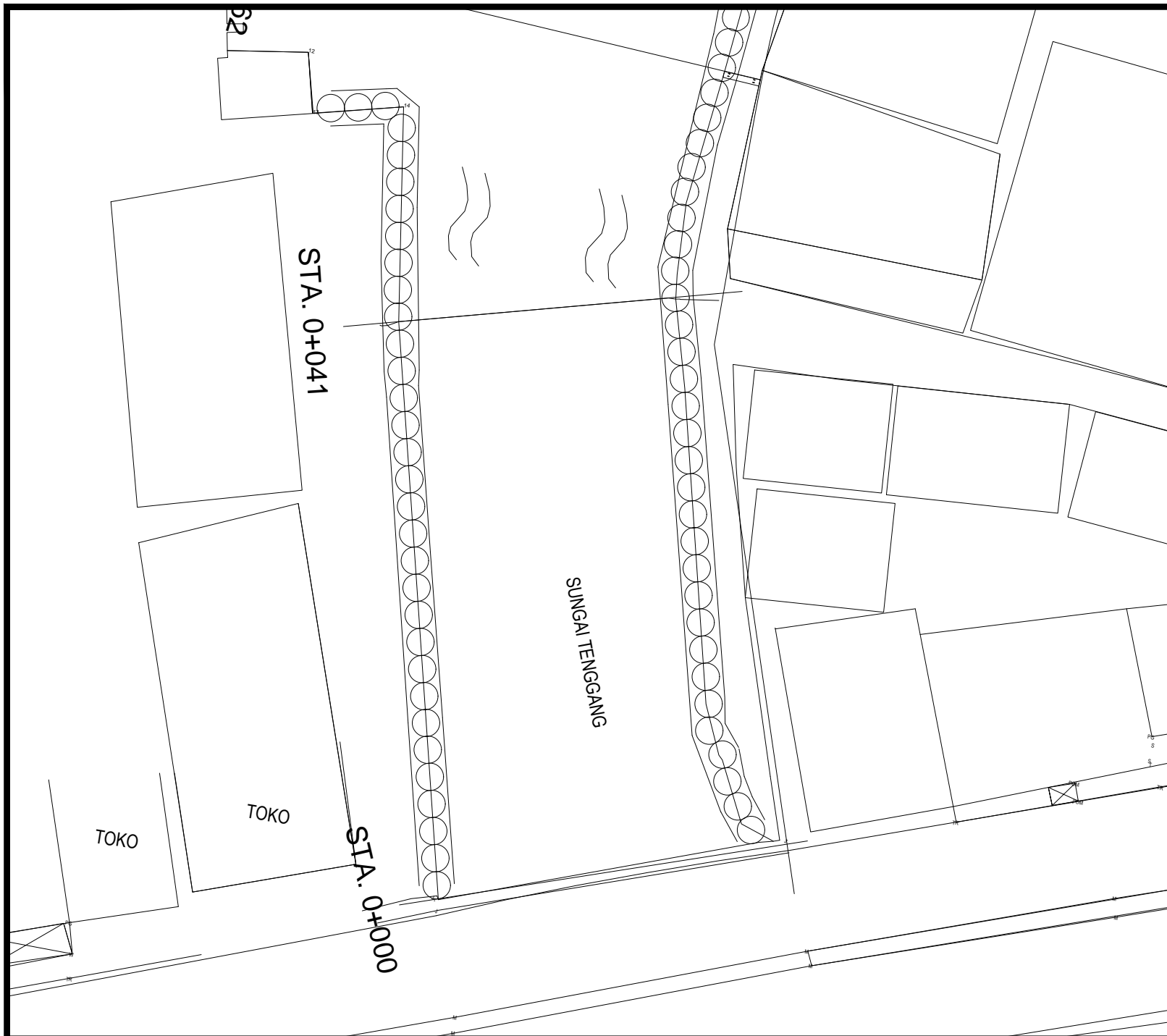
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-12

28

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

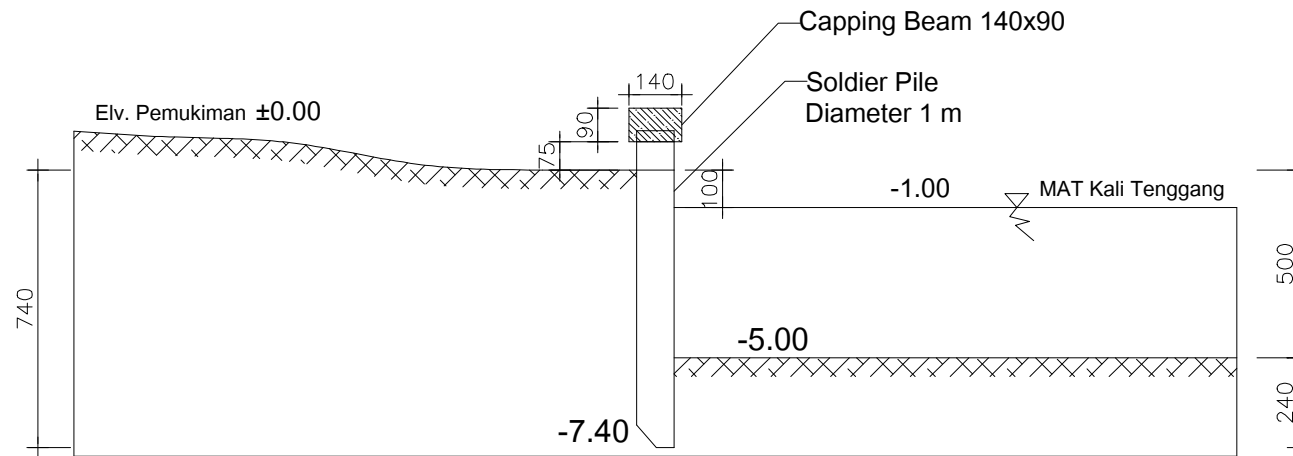
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-13

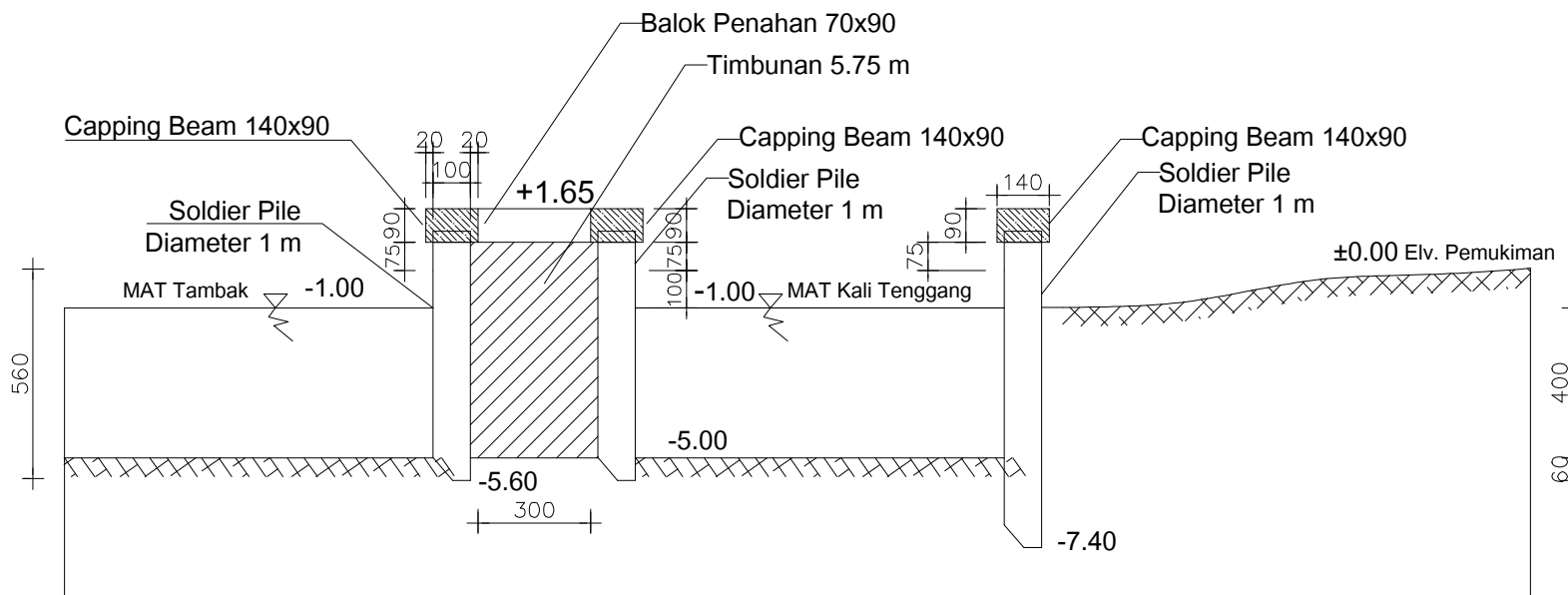
29

32



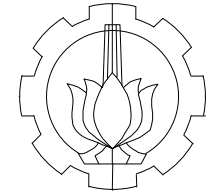
Cross Section Soldier Pile Single

Skala 1 : 200



Cross Section Soldier Pile Double

Skala 1 : 200



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

CROSS SECTION  
SOLDIER PILE

1 : 200

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

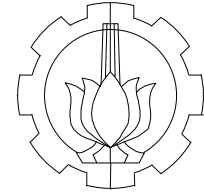
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

CS SP-1

30

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

1. Balok Penahan SP  
2. Penulangan CB  
3. Penulangan BP

1 : 30

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

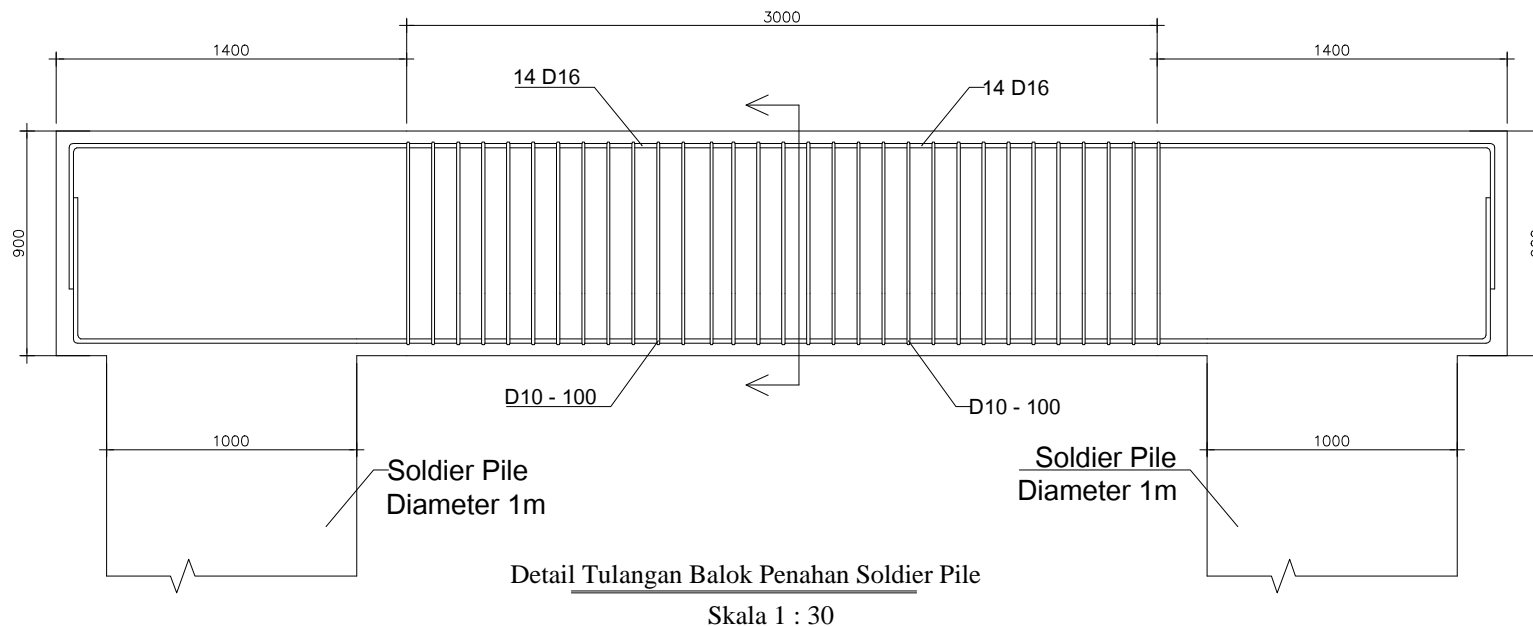
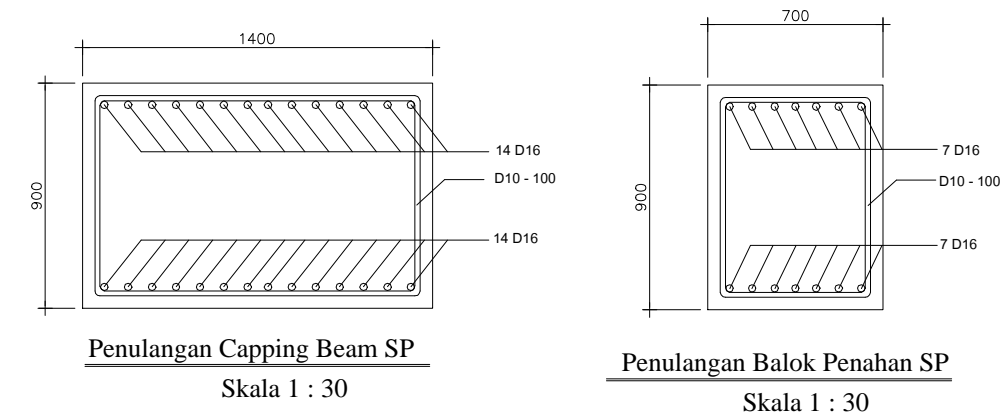
NO.  
GAMBAR

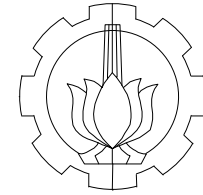
JUMLAH  
GAMBAR

BP SP-1

31

32





Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

CROSS SECTION  
CCSP DENGAN  
GROUND ANCHOR

1 : 200

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

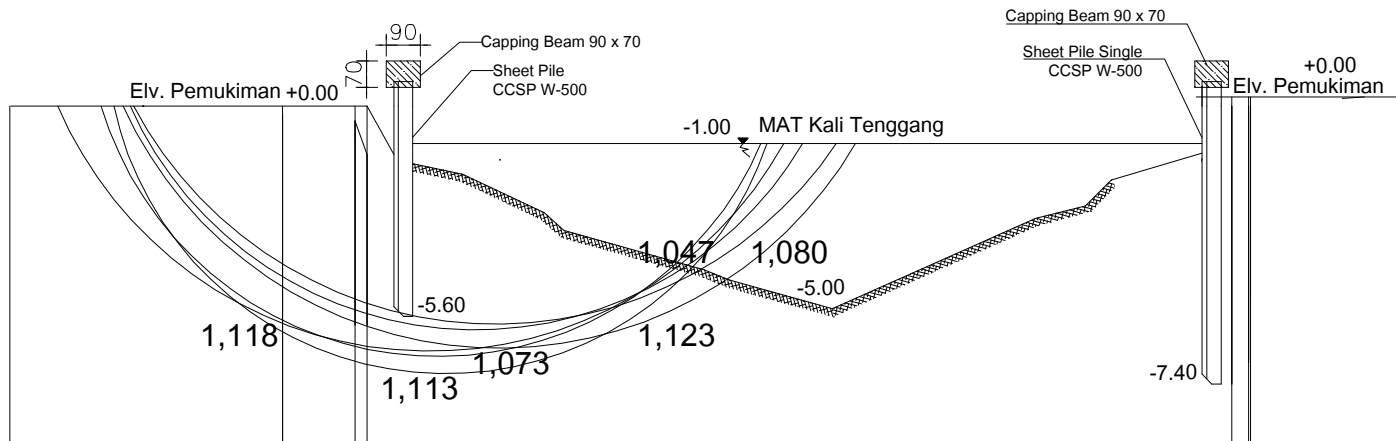
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

CS GA-1

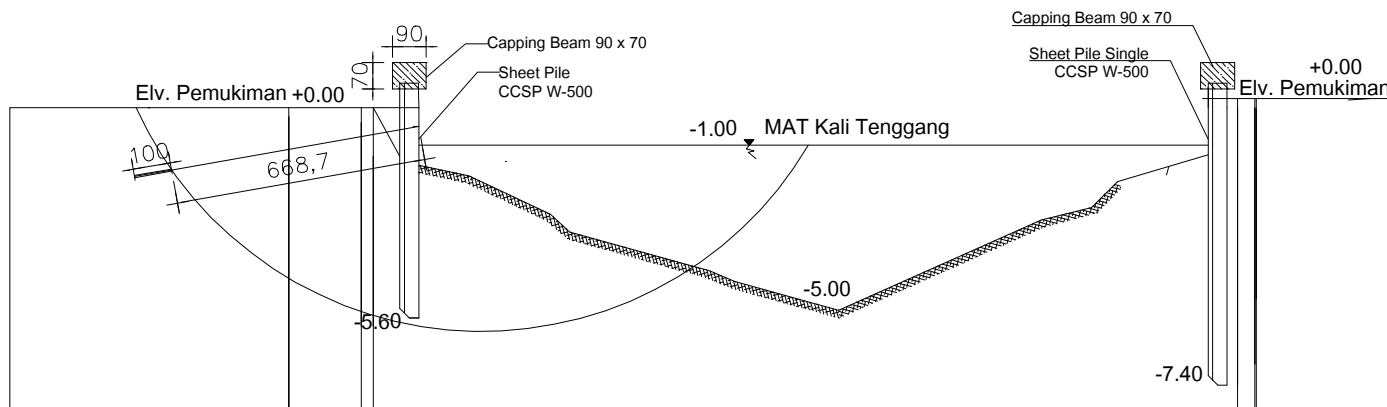
16

32



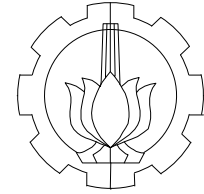
Cross Section Sheet Pile Single dan Ground Anchor

Skala 1 : 200



Cross Section Sheet Pile Single dan Ground Anchor

Skala 1 : 200



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

TAMPAK ATAS  
COFFERDAM

1 : 250

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

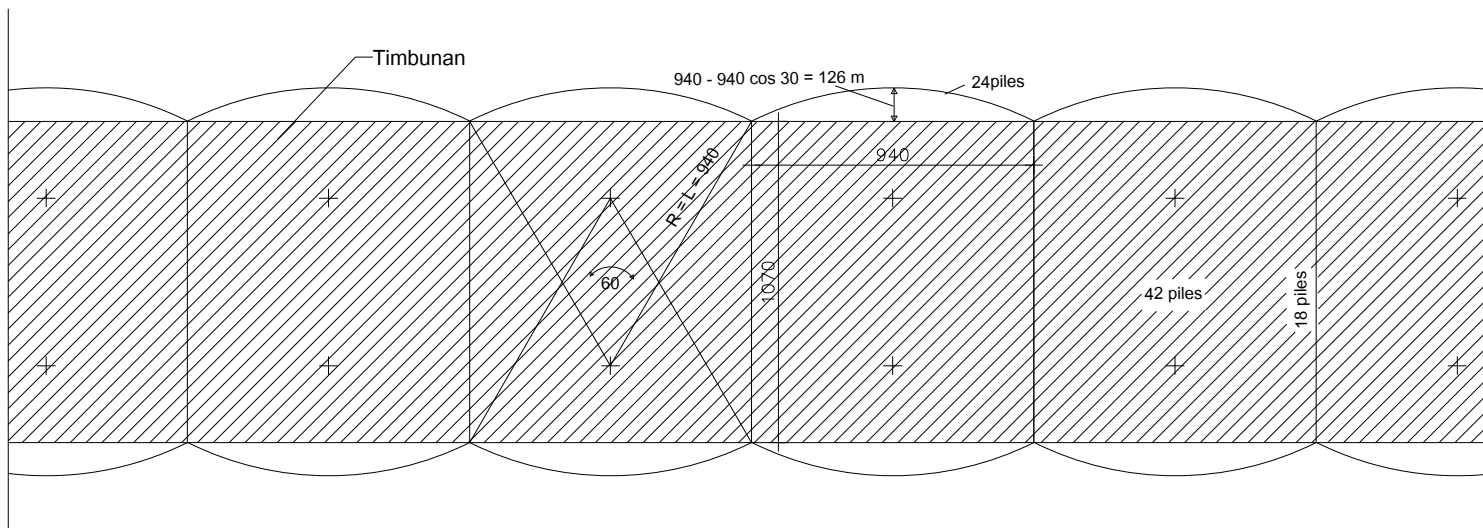
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

TA C-1

32

32



Cofferdam Tampak Atas

Skala 1:250

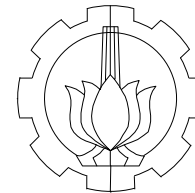
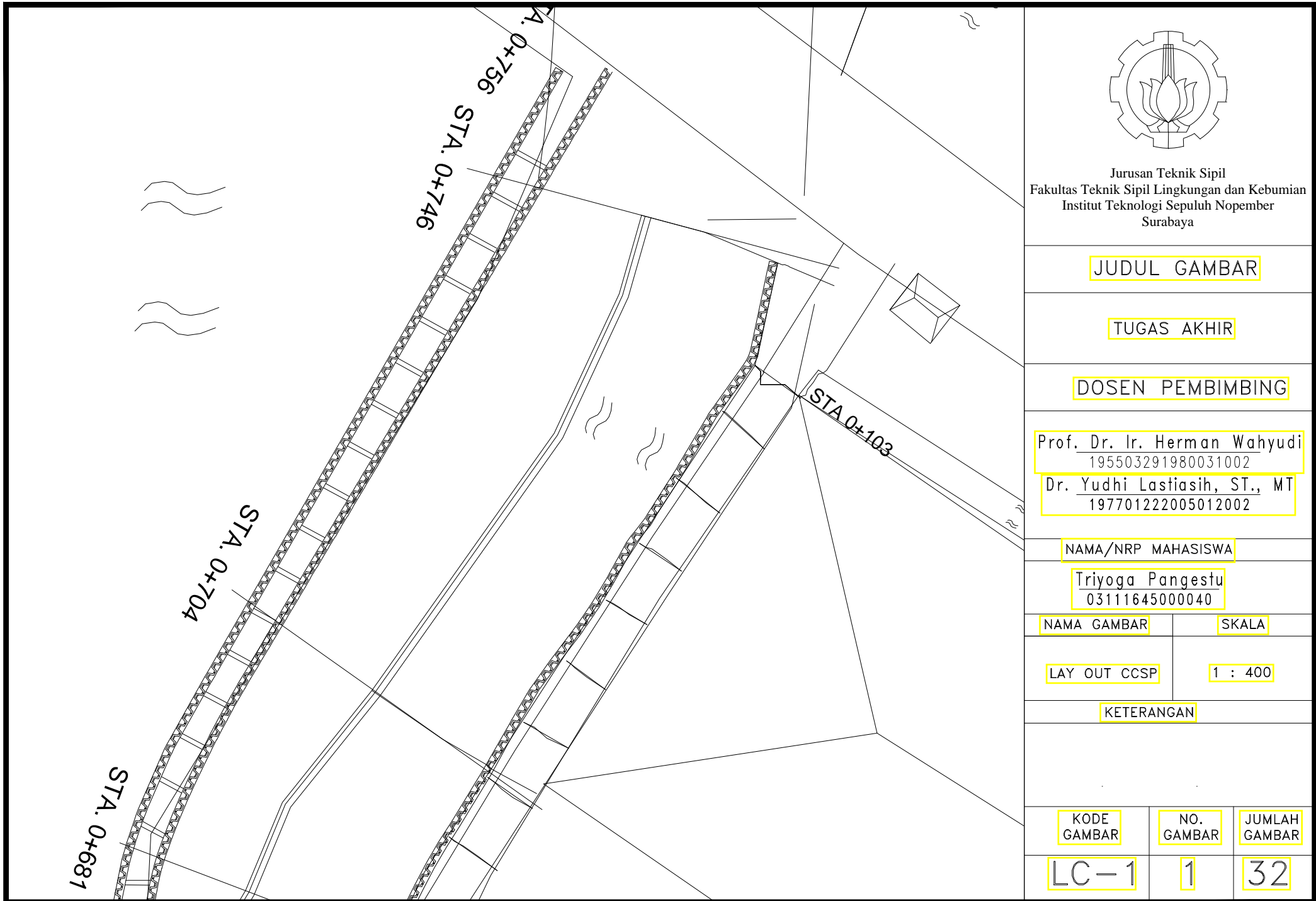


**GAMBAR**  
**HASIL TUGAS AKHIR**

## DAFTAR GAMBAR TA

Gambar LC-1 Layout CCSP.....	1
Gambar LC-2 Layout CCSP.....	2
Gambar LC-3 Layout CCSP.....	3
Gambar LC-4 Layout CCSP.....	4
Gambar LC-5 Layout CCSP.....	5
Gambar LC-6 Layout CCSP.....	6
Gambar LC-7 Layout CCSP.....	7
Gambar LC-8 Layout CCSP.....	8
Gambar LC-9 Layout CCSP.....	9
Gambar LC-10 Layout CCSP.....	10
Gambar LC-11 Layout CCSP.....	11
Gambar LC-12 Layout CCSP.....	12
Gambar LC-13 Layout CCSP.....	13
Gambar CS CCSP-1.....	14
Gambar BP CCSP-1.....	15

Gambar CS GA-1.....	16
Gambar LS-1 Layout SP.....	17
Gambar LS-2 Layout SP.....	18
Gambar LS-3 Layout SP.....	19
Gambar LS-4 Layout SP.....	20
Gambar LS-5 Layout SP.....	21
Gambar LS-6 Layout SP.....	22
Gambar LS-7 Layout SP.....	23
Gambar LS-8 Layout SP.....	24
Gambar LS-9 Layout SP.....	25
Gambar LS-10 Layout SP.....	26
Gambar LS-11 Layout SP.....	27
Gambar LS-12 Layout SP.....	28
Gambar LS-13 Layout SP.....	29
Gambar CS SP-1.....	30
Gambar BP SP-1.....	31
Gambar TA C-1.....	32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

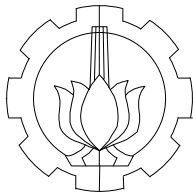
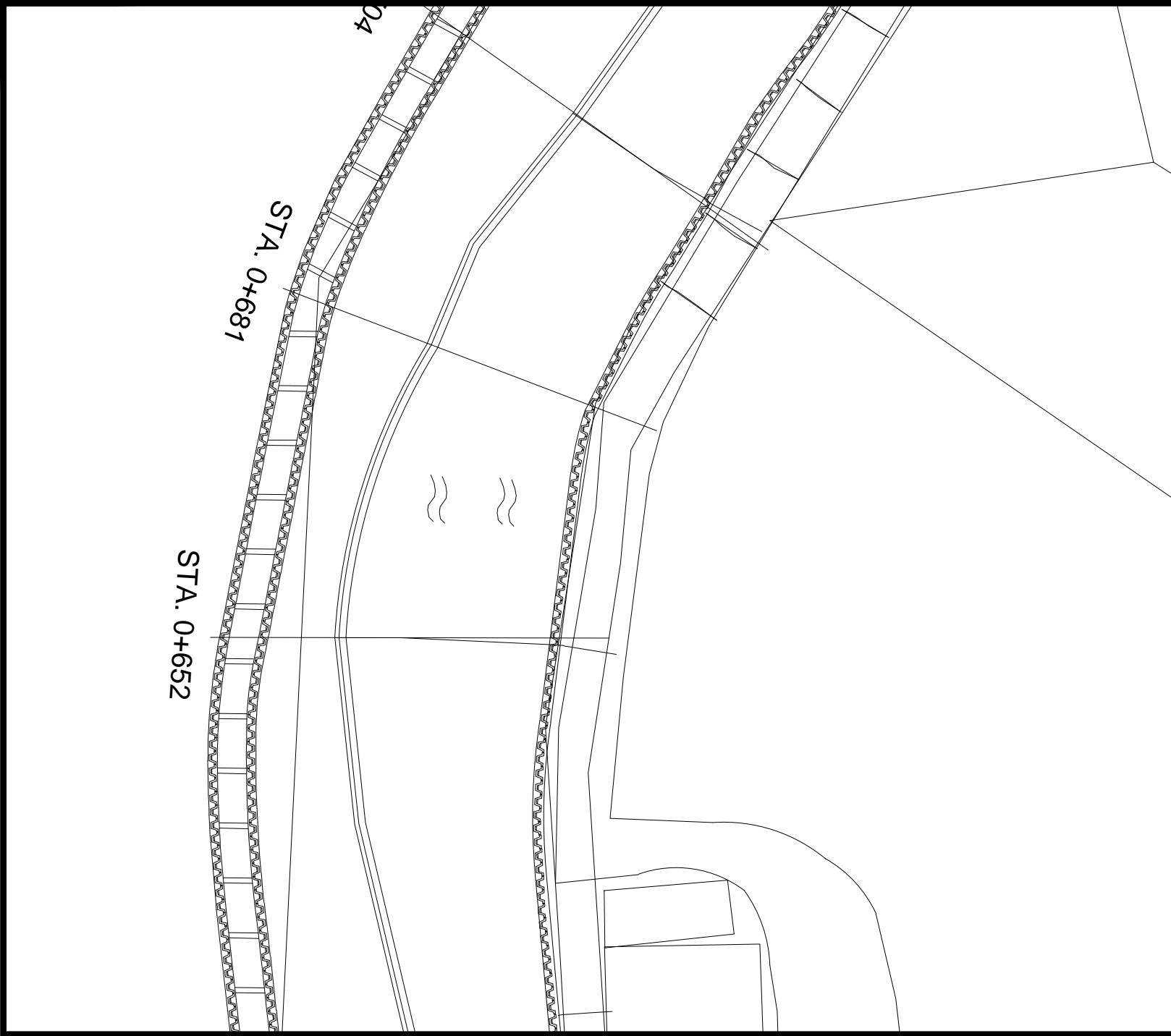
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-1

1

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

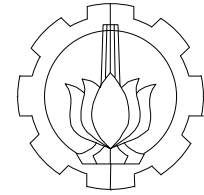
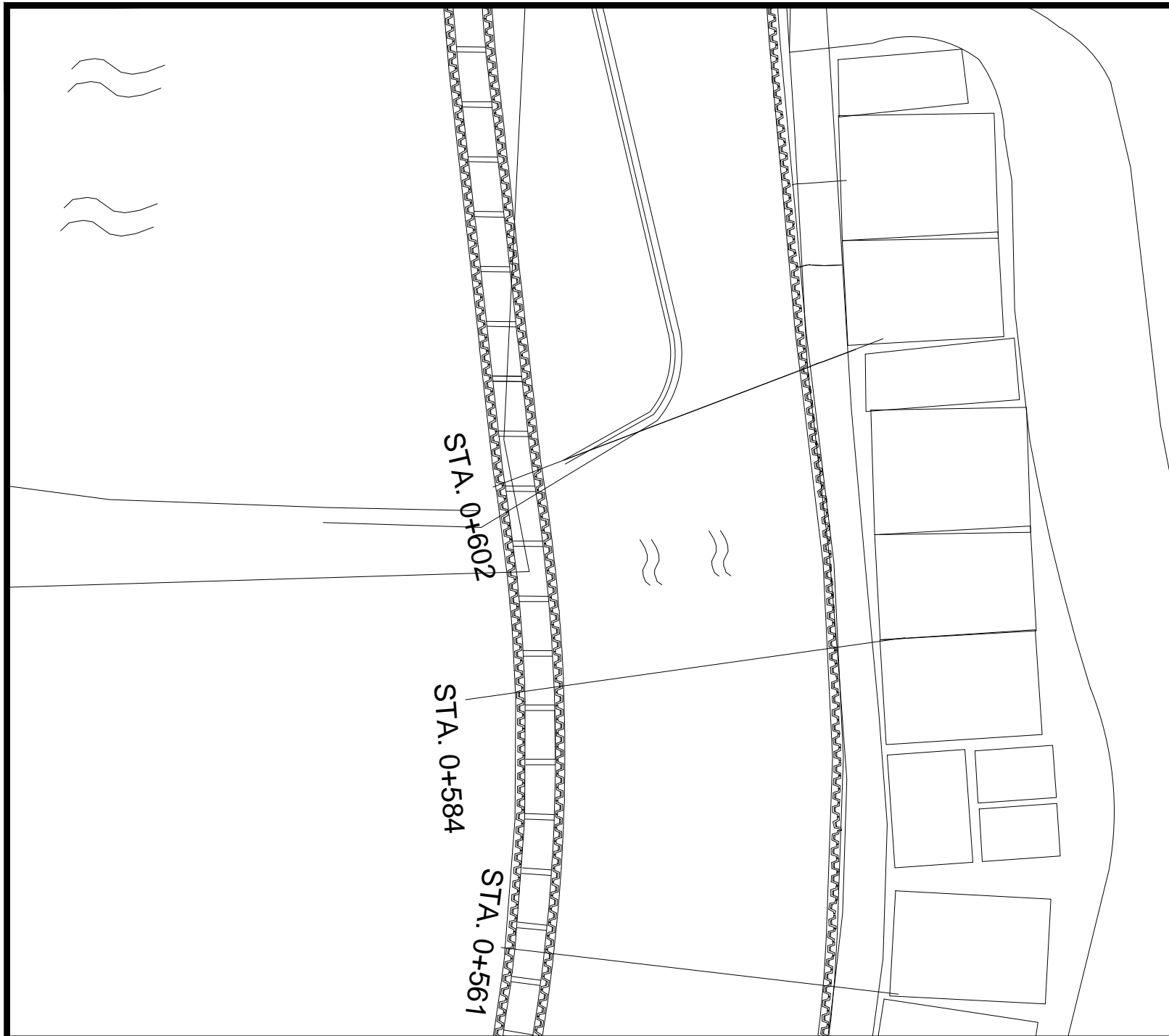
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-2

2

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

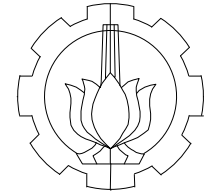
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-3

3

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

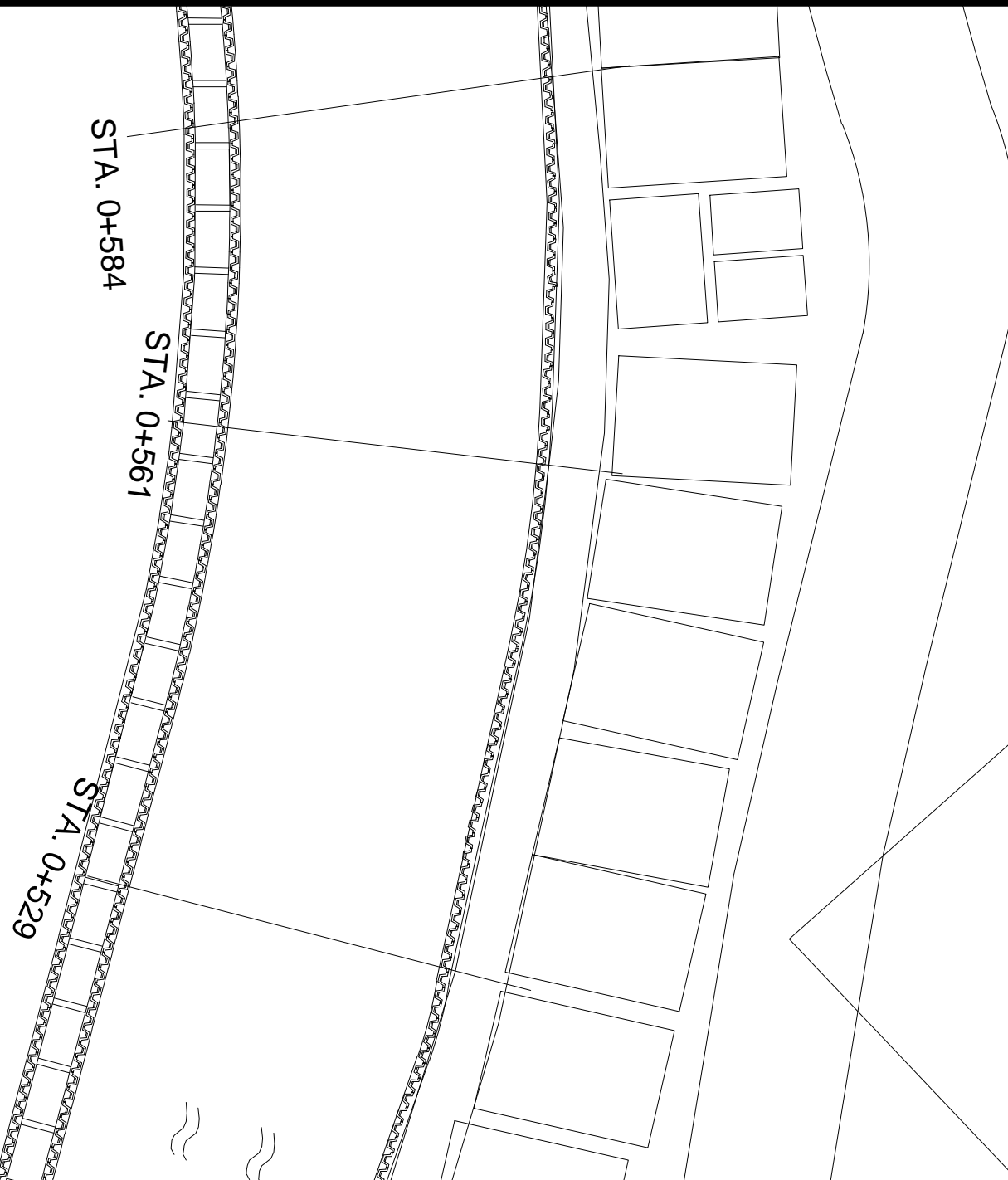
NO.  
GAMBAR

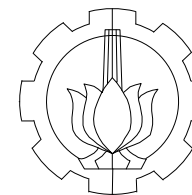
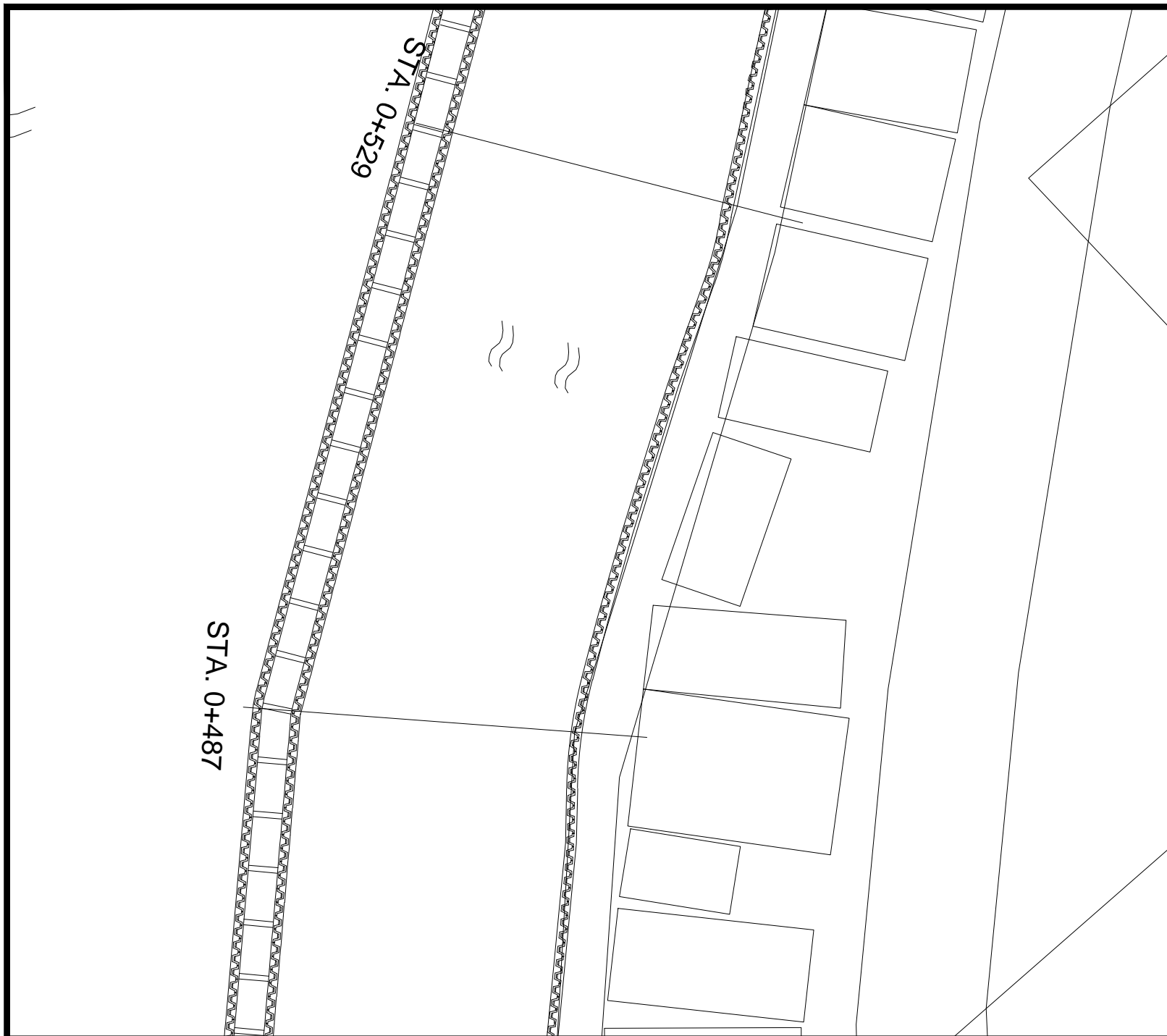
JUMLAH  
GAMBAR

LC-4

4

32





Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

NO.  
GAMBAR

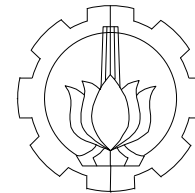
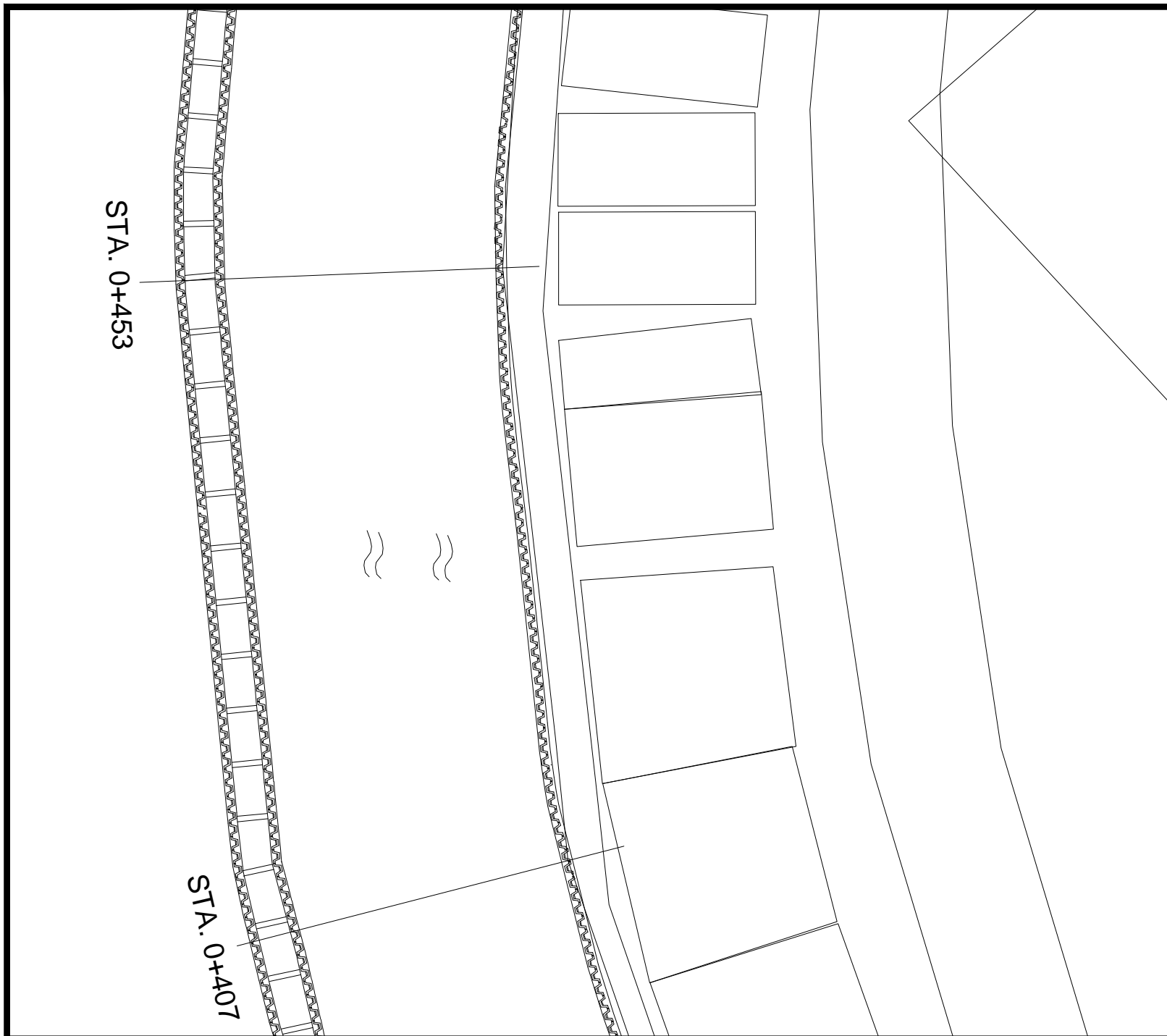
JUMLAH  
GAMBAR

LC-5

5

32





Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

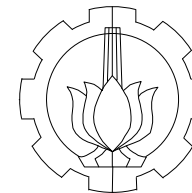
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-6

6

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

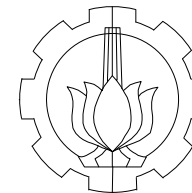
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-7

7

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

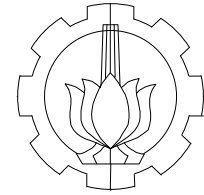
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-8

8

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

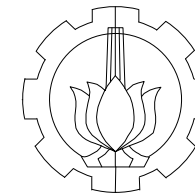
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-9

9

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

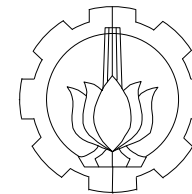
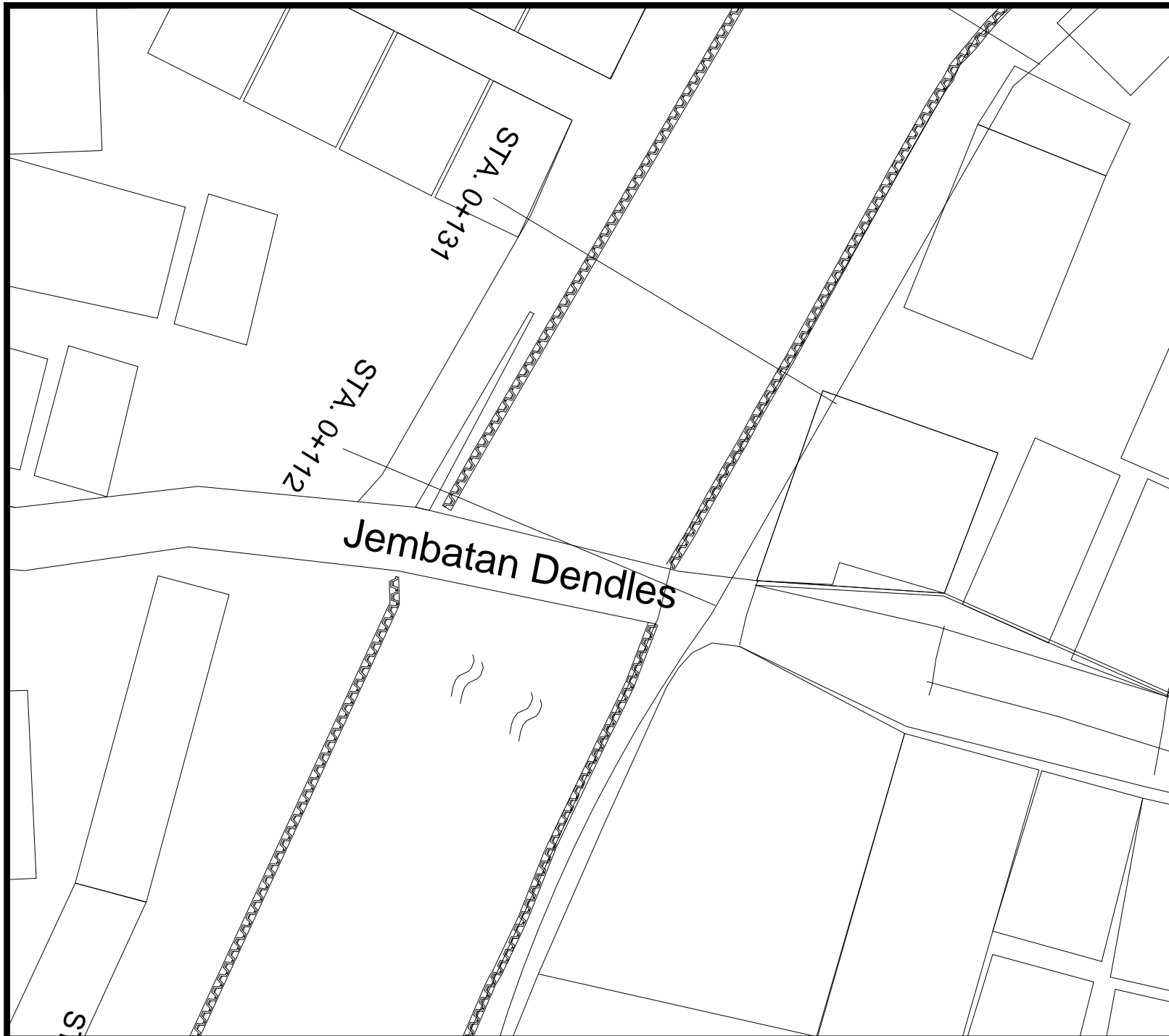
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-10

10

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

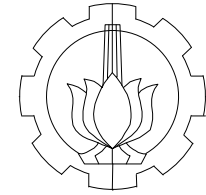
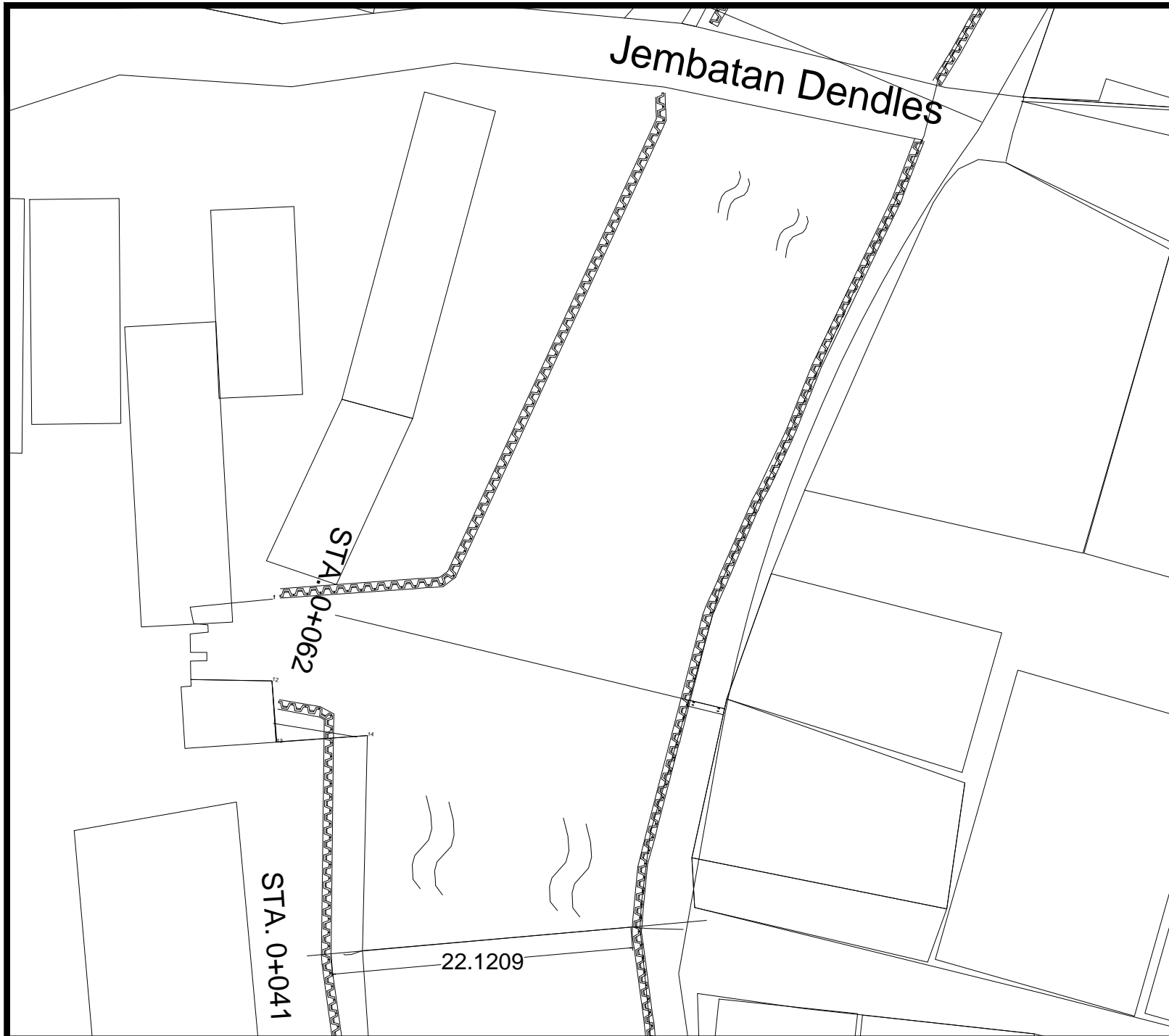
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-11

11

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

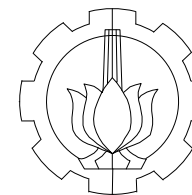
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LC-12

12

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT CCSP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

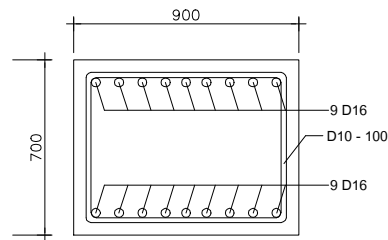
LC-13

13

32

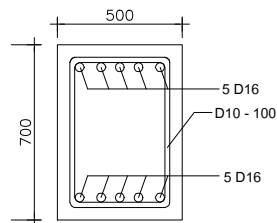






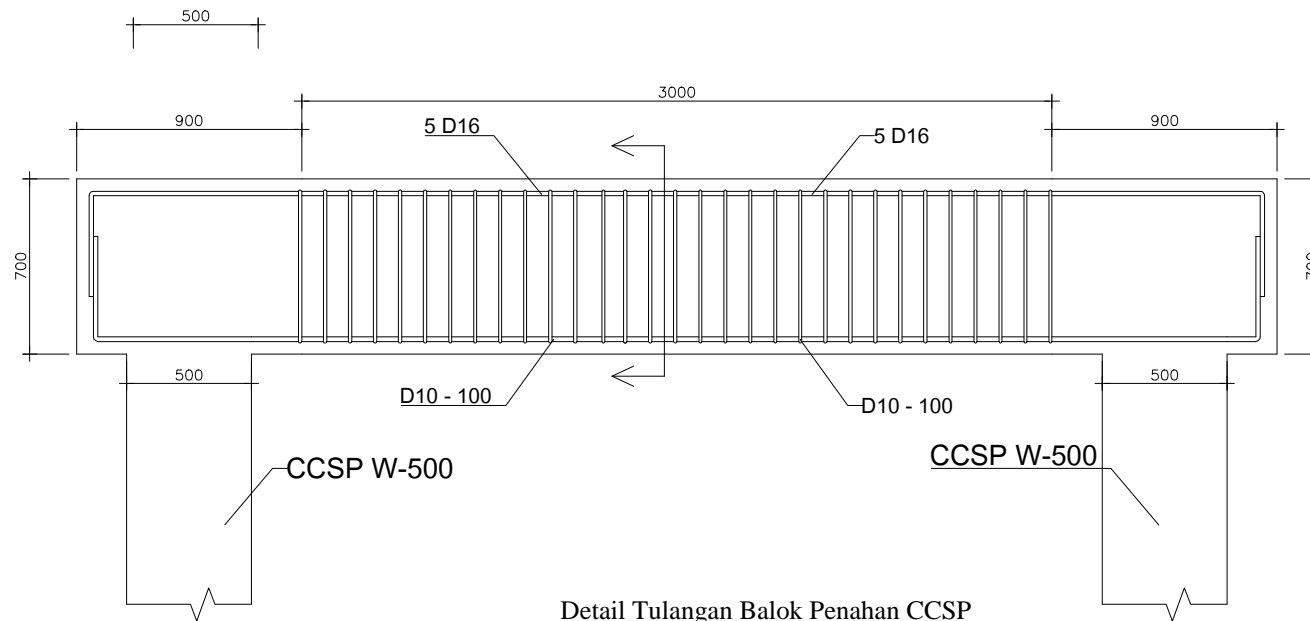
Penulangan Capping Beam CCSP

Skala 1 : 30



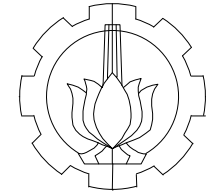
Penulangan Balok Penahan CCSP

Skala 1 : 30



Detail Tulangan Balok Penahan CCSP

Skala 1 : 30



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

1. Balok Penahan CCSP  
2. Penulangan CB  
3. Penulangan BP

1 : 30

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

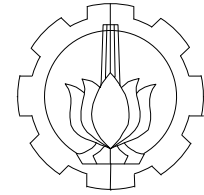
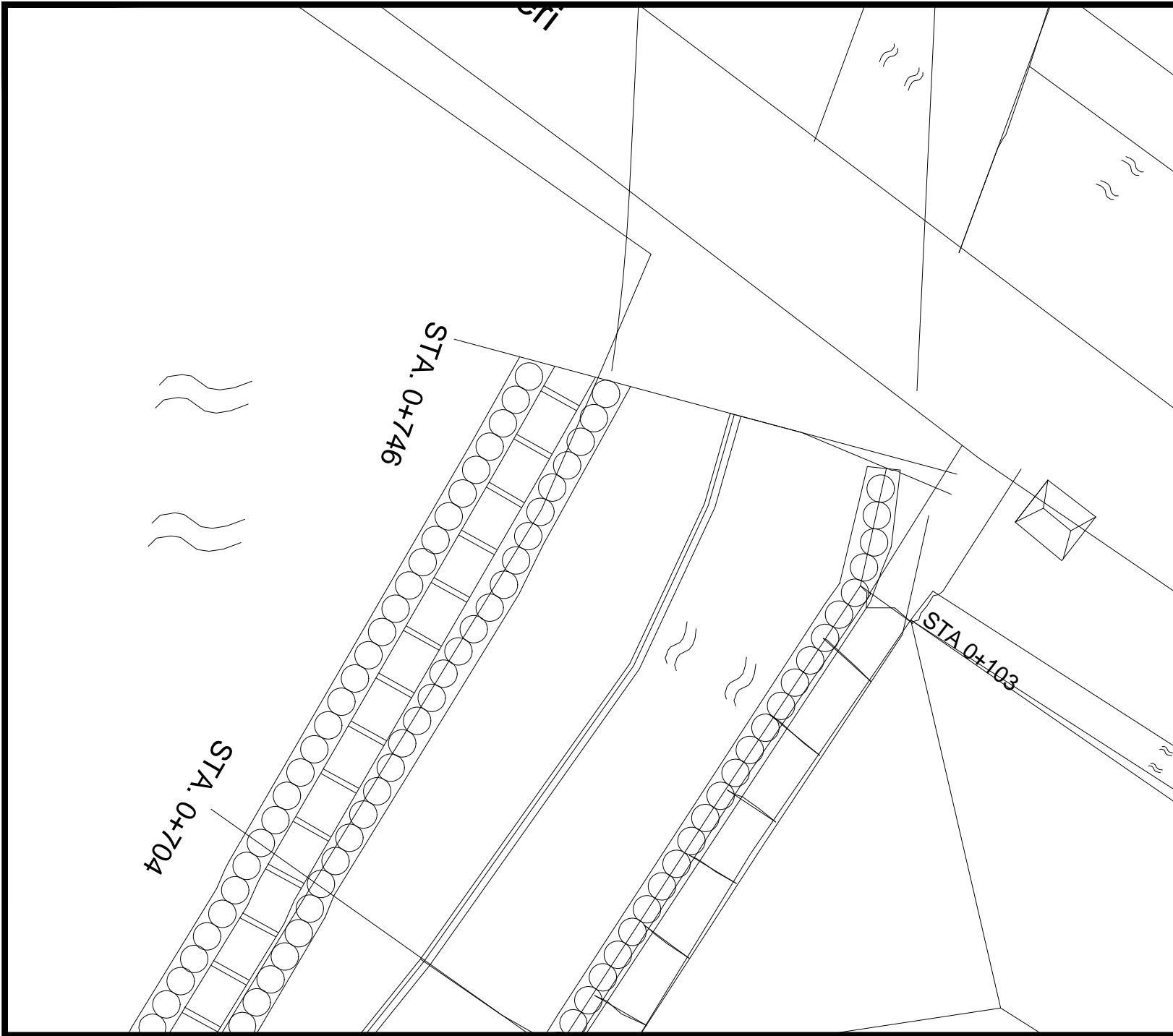
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

BP CCSP-1

15

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

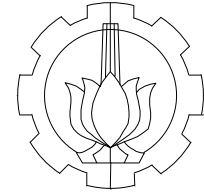
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-1

17

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-2

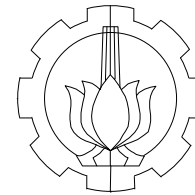
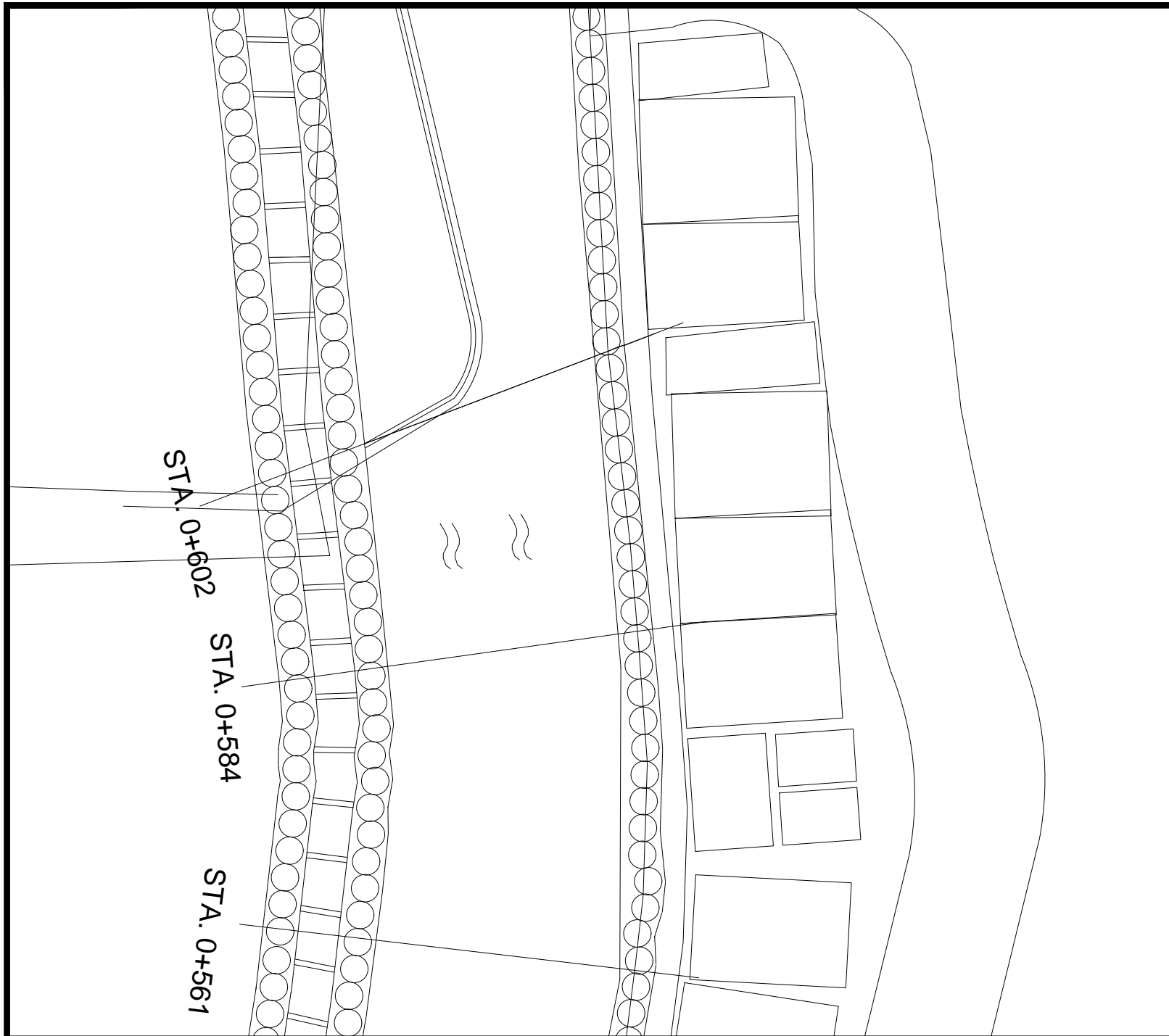
18

32

STA. 0+652

STA. 0+681

704



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

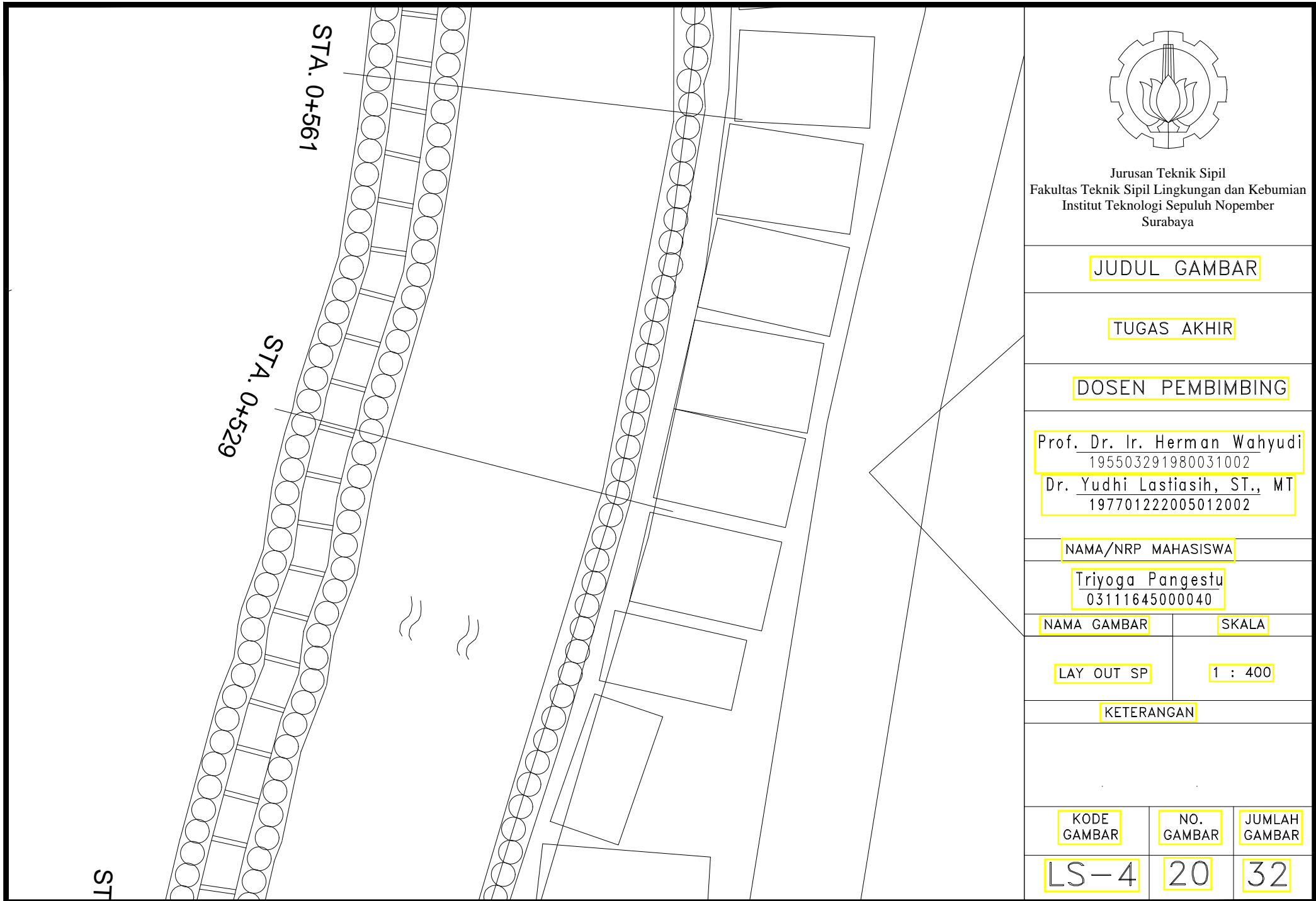
NO.  
GAMBAR

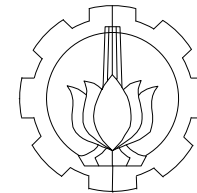
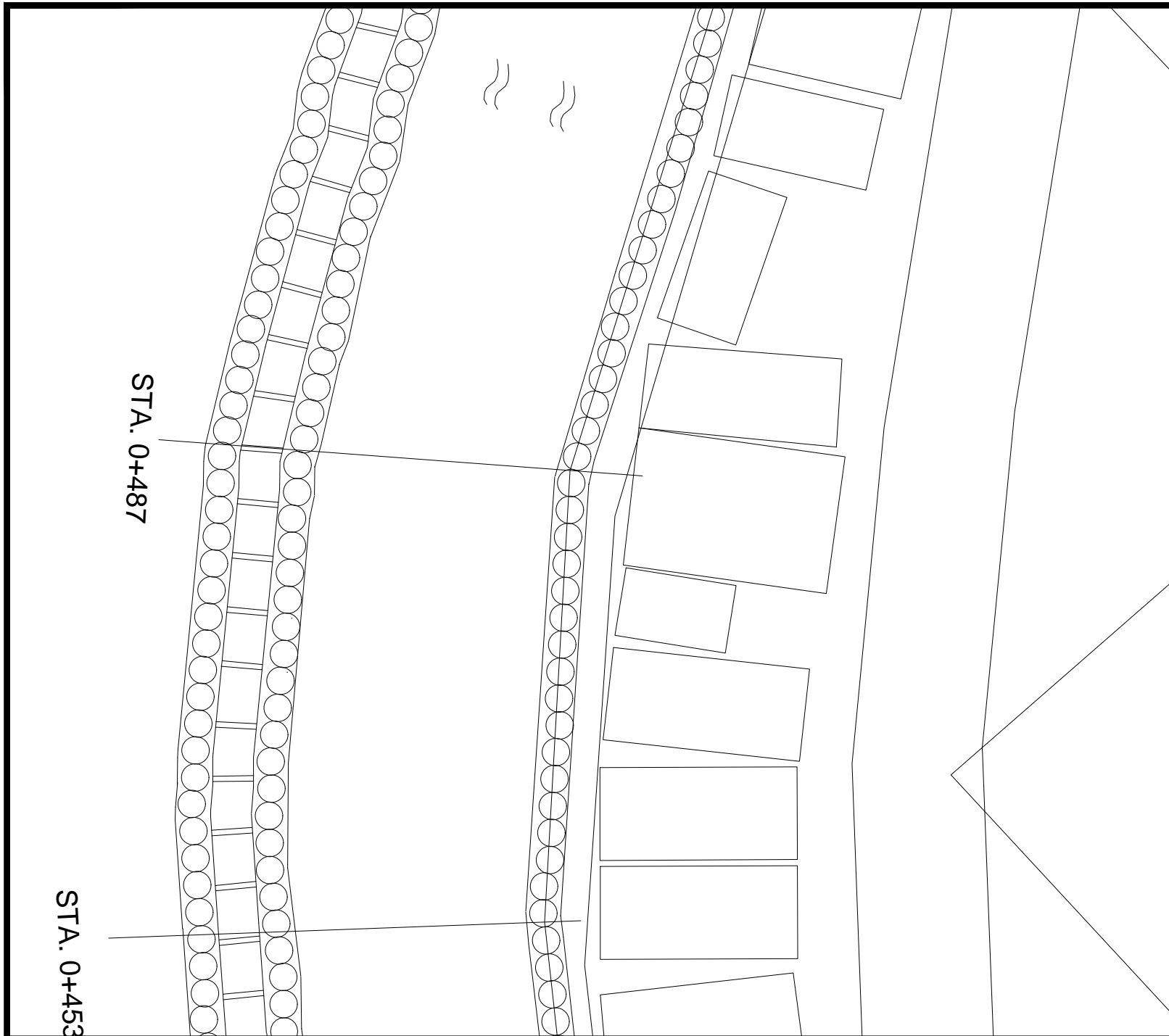
JUMLAH  
GAMBAR

LS-3

19

32





Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

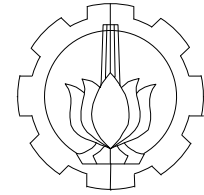
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-5

21

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-6

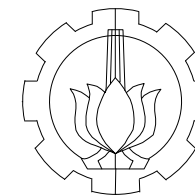
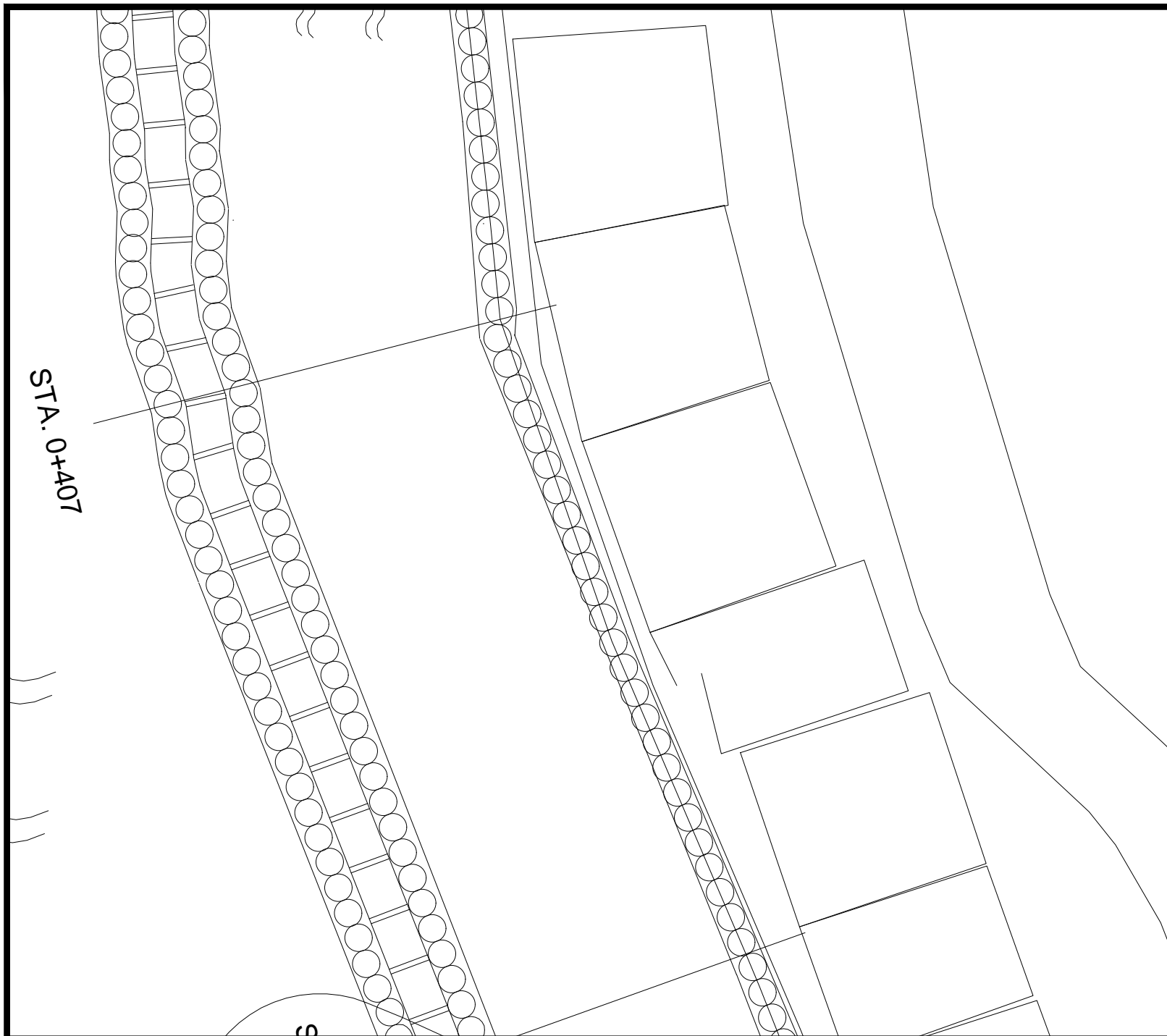
22

32

STA. 0+453

STA. 0+40





Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

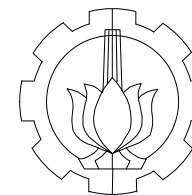
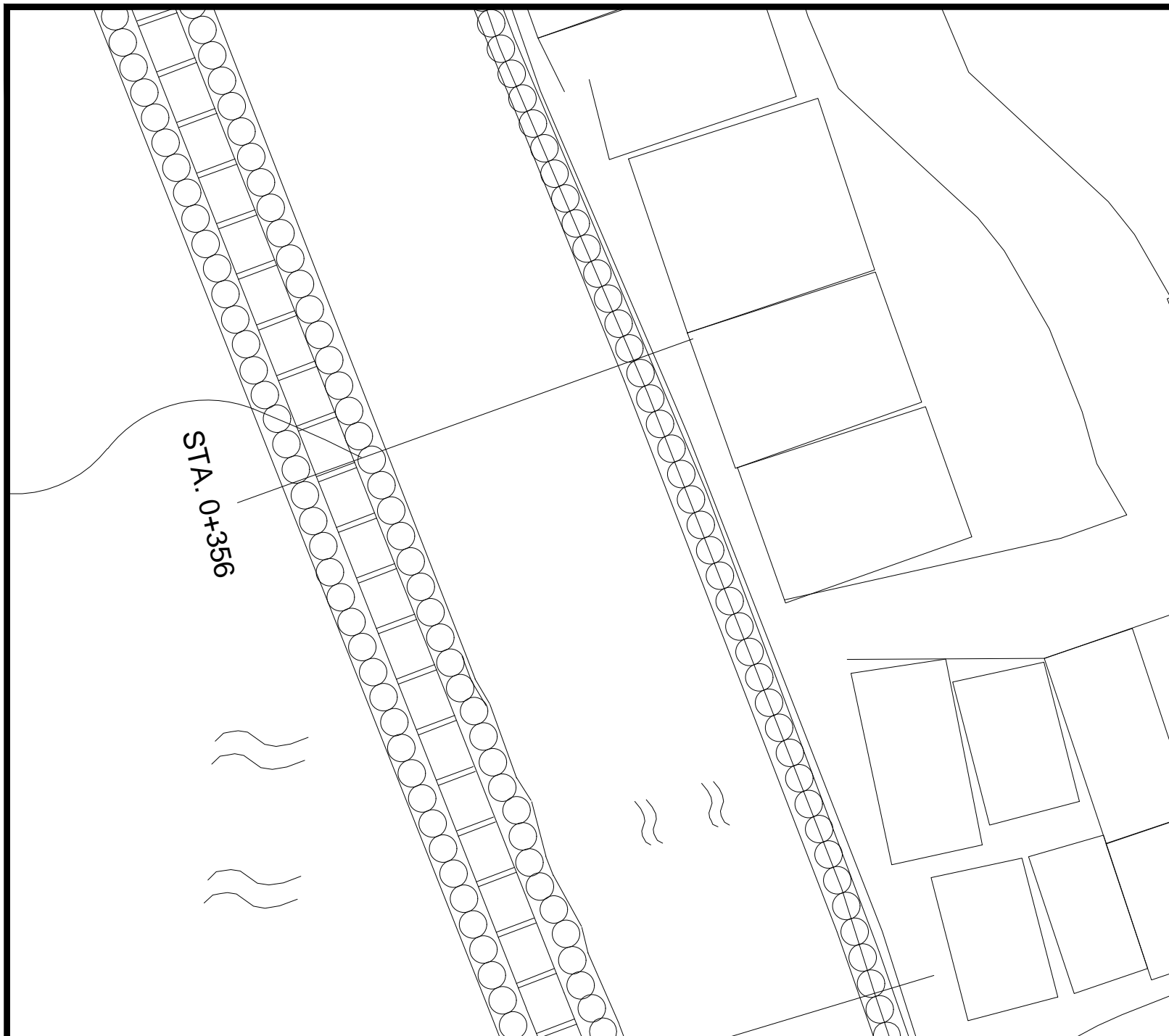
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-7

23

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

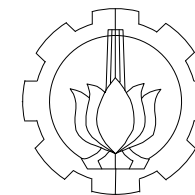
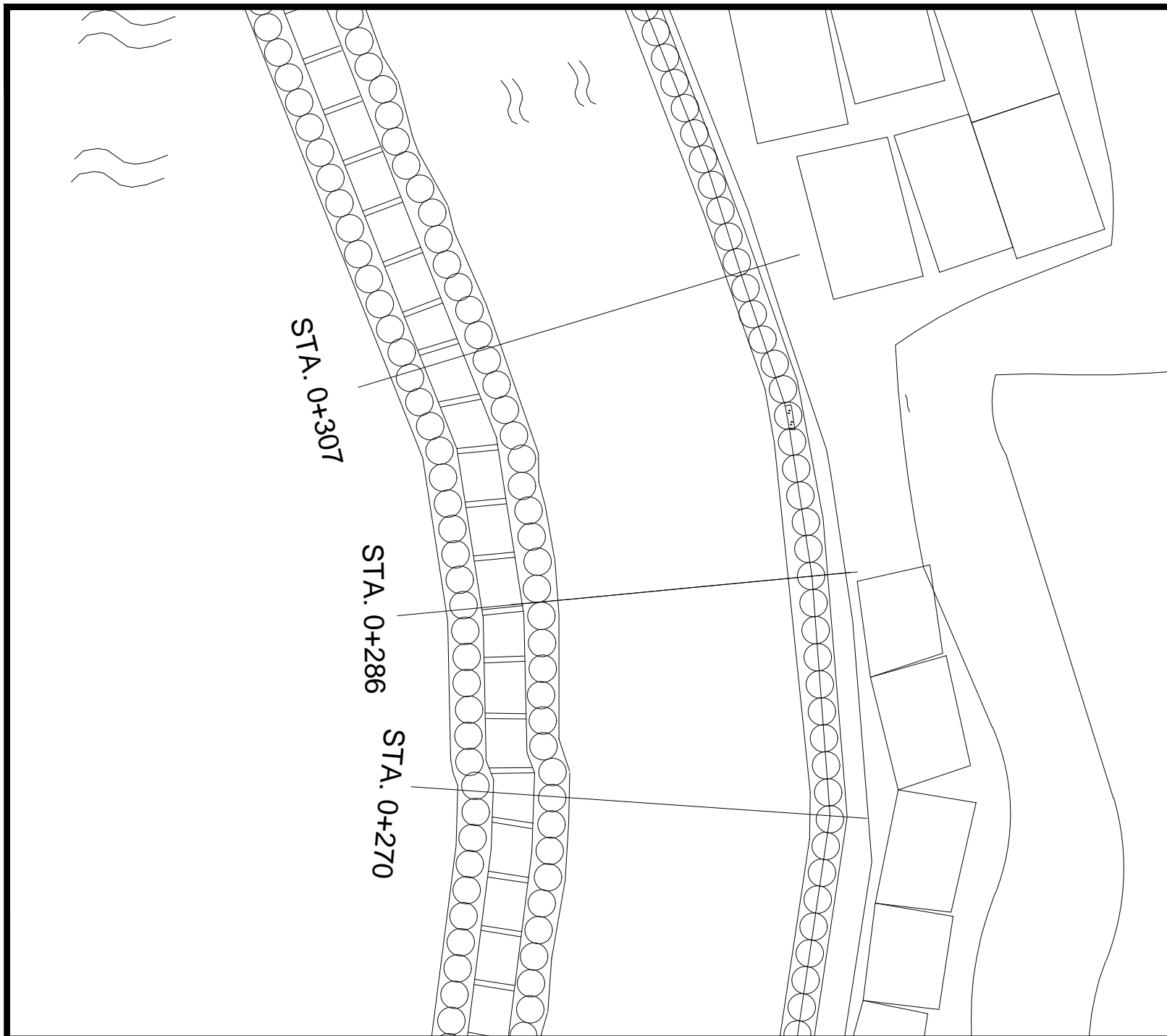
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-8

24

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

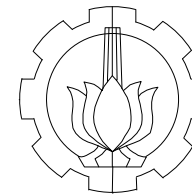
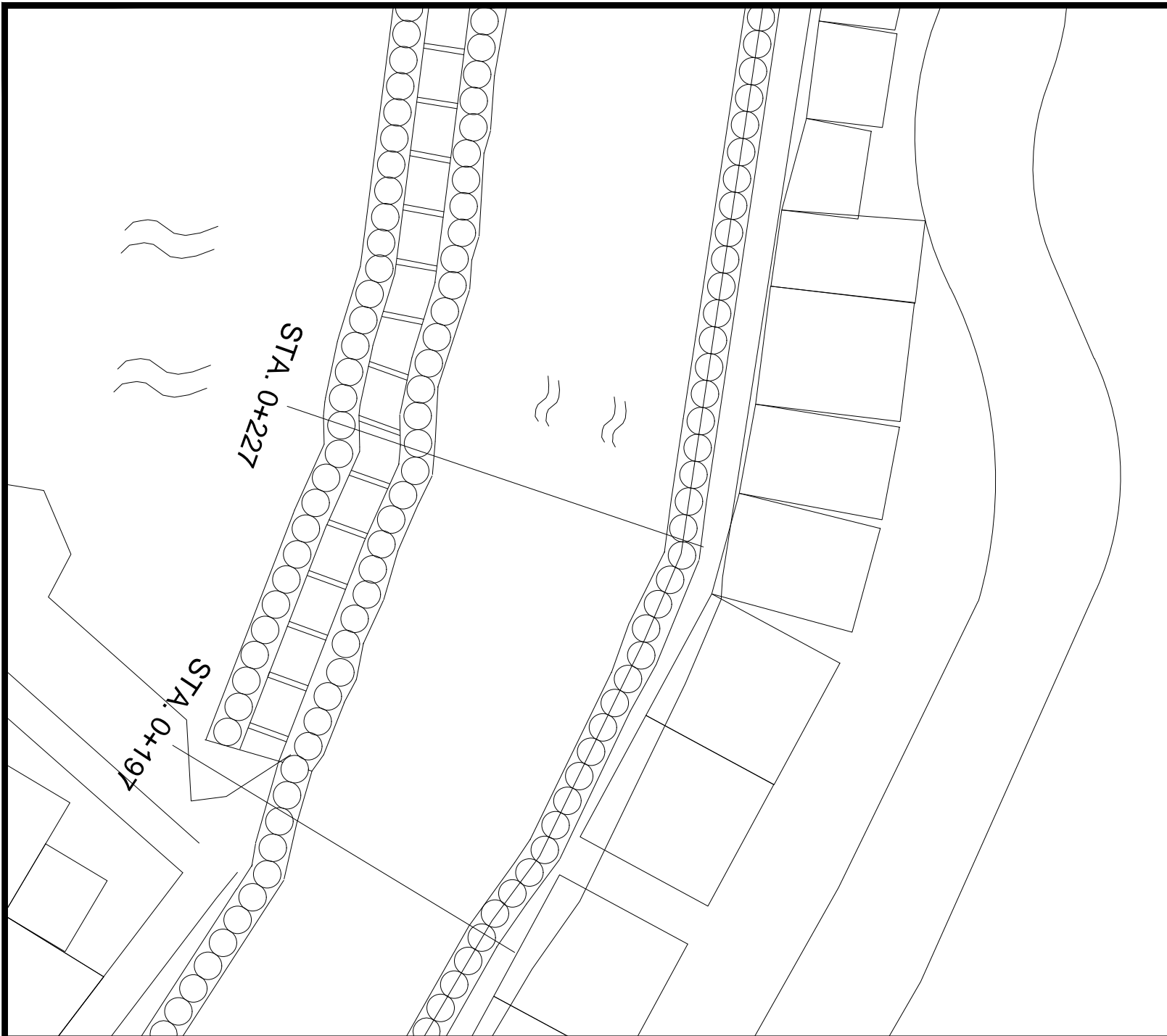
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-9

25

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

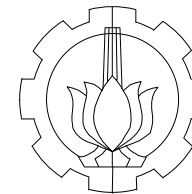
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-10

26

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

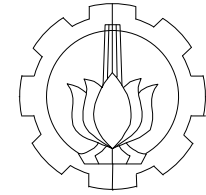
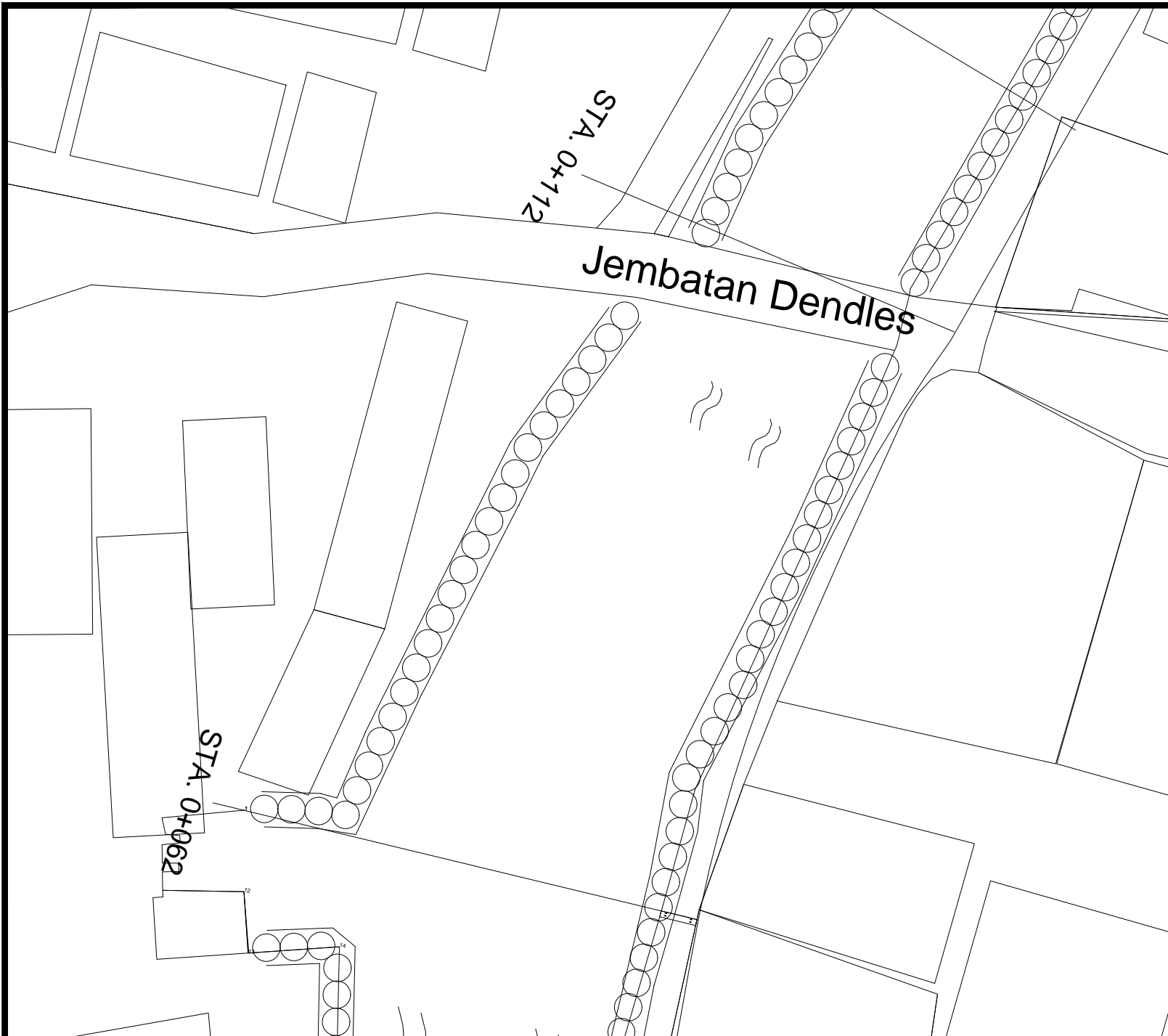
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-11

27

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

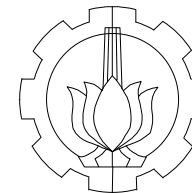
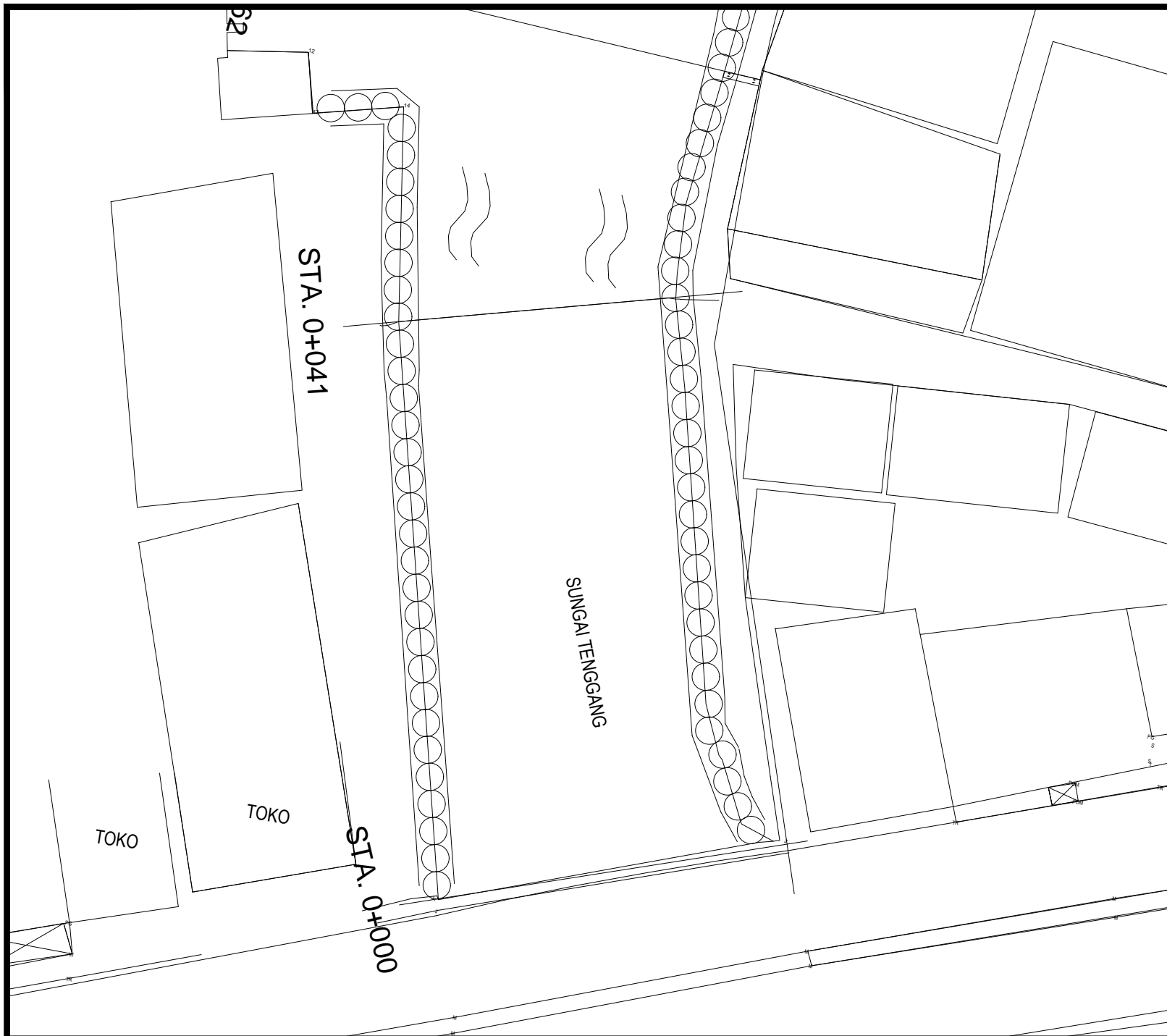
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-12

28

32



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

LAY OUT SP

1 : 400

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

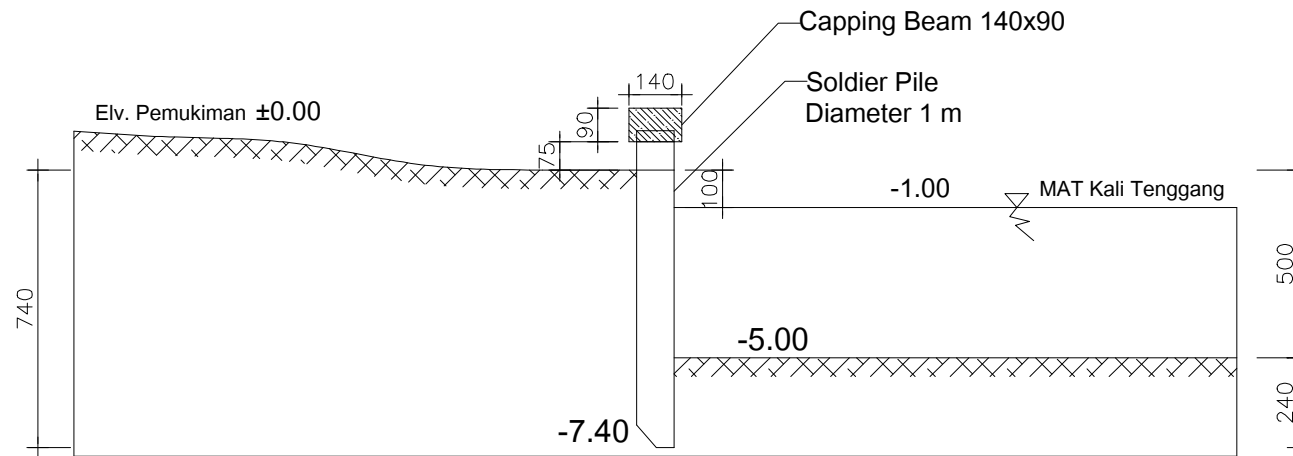
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

LS-13

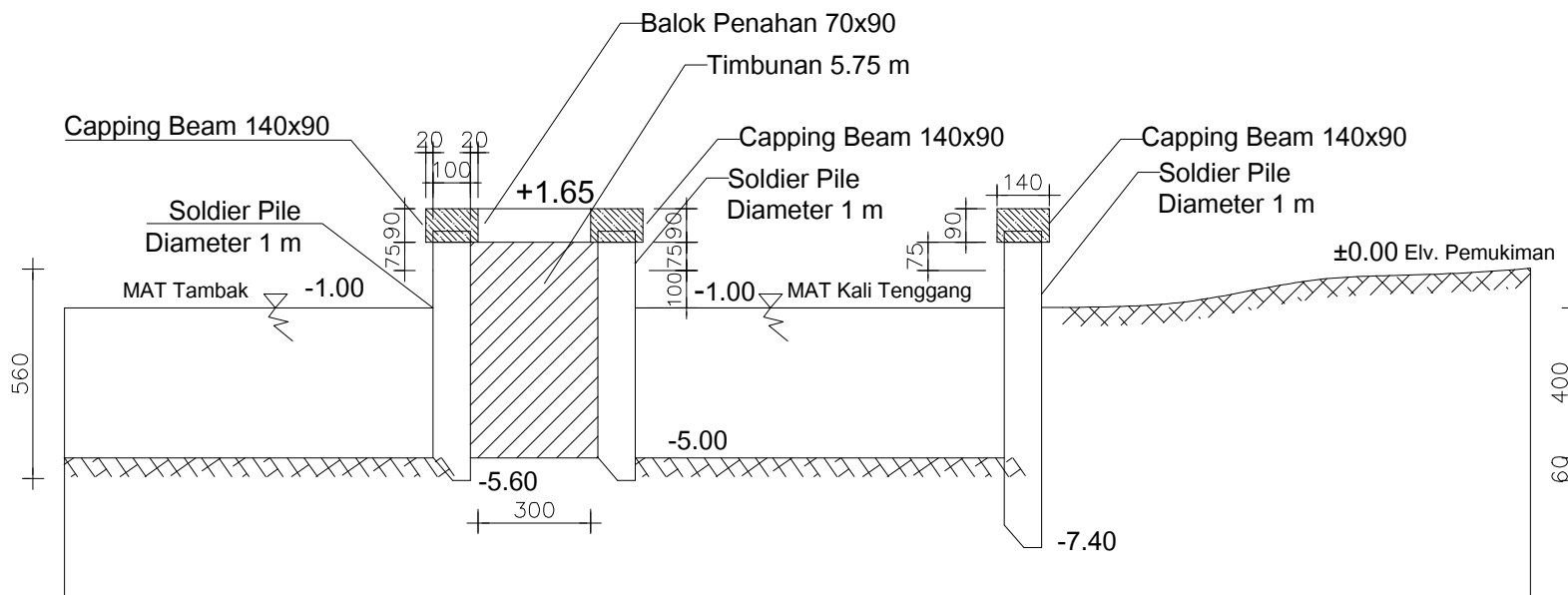
29

32



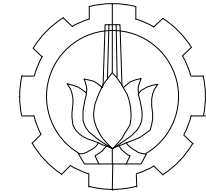
Cross Section Soldier Pile Single

Skala 1 : 200



Cross Section Soldier Pile Double

Skala 1 : 200



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

CROSS SECTION  
SOLDIER PILE

1 : 200

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

NO.  
GAMBAR

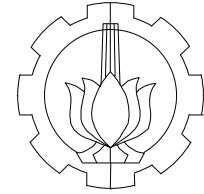
JUMLAH  
GAMBAR

CS SP-1

30

32





Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

1. Balok Penahan SP  
2. Penulangan CB  
3. Penulangan BP

1 : 30

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

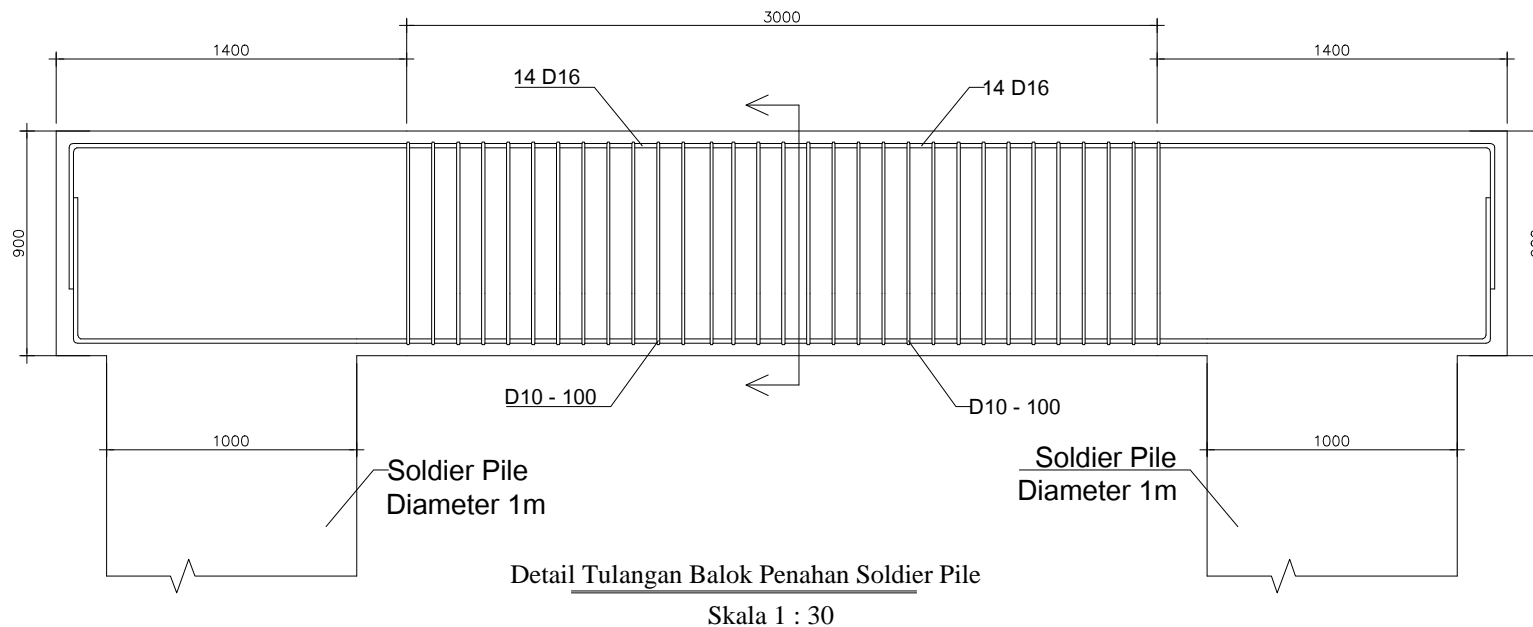
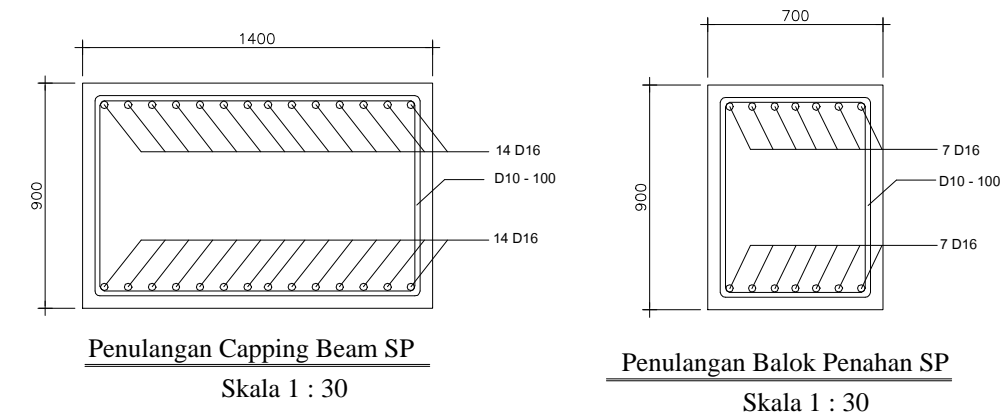
NO.  
GAMBAR

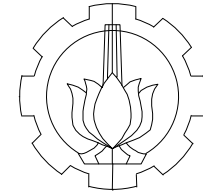
JUMLAH  
GAMBAR

BP SP-1

31

32





Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

JUDUL GAMBAR

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002

Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

NAMA/NRP MAHASISWA

Triyoga Pangestu  
03111645000040

NAMA GAMBAR

SKALA

CROSS SECTION  
CCSP DENGAN  
GROUND ANCHOR

1 : 200

KETERANGAN

KODE  
GAMBAR

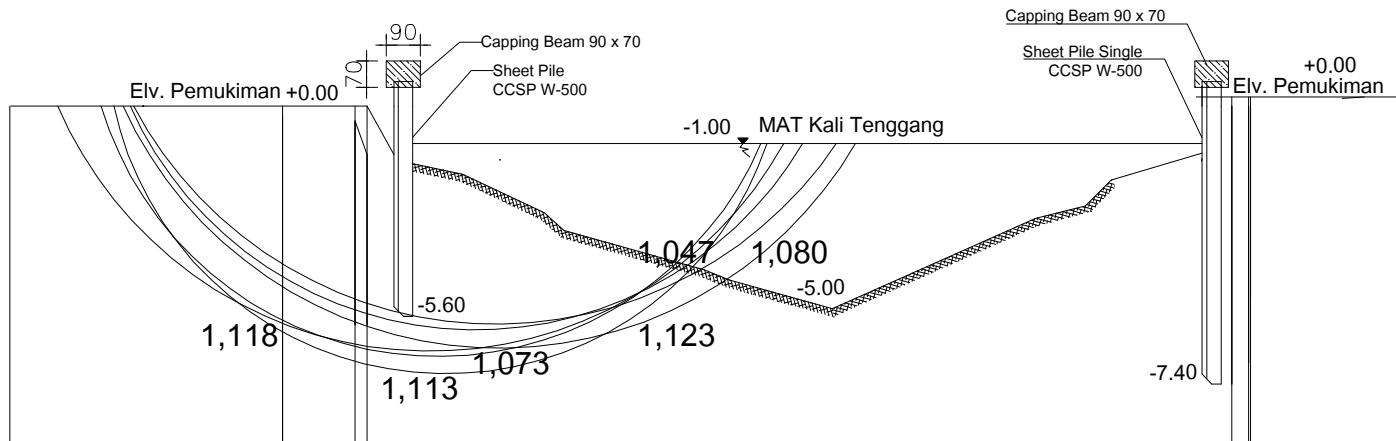
NO.  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

CS GA-1

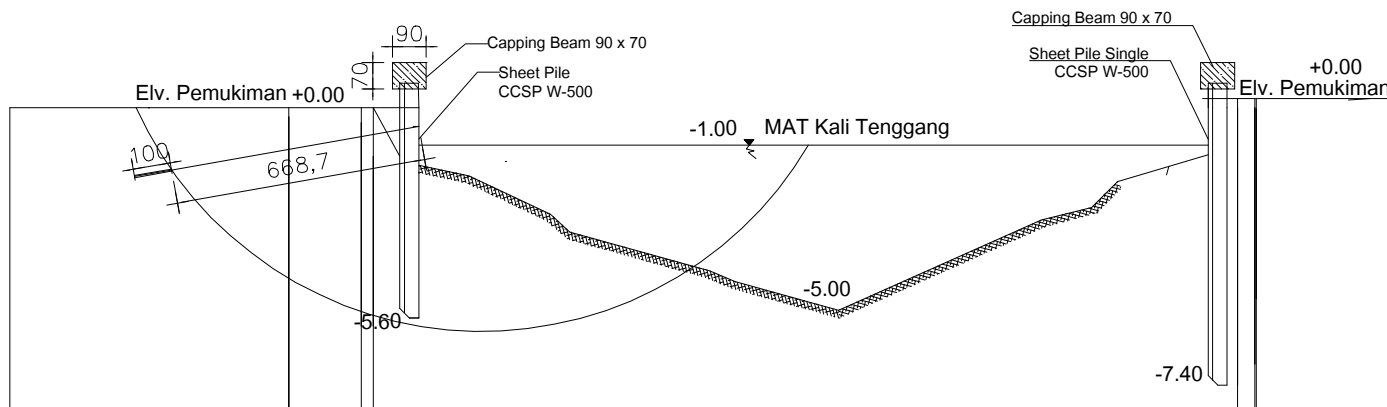
16

32



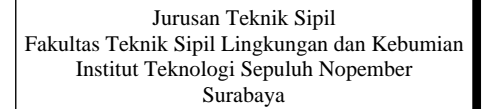
Cross Section Sheet Pile Single dan Ground Anchor

Skala 1 : 200



Cross Section Sheet Pile Single dan Ground Anchor

Skala 1 : 200



TUGAS AKHIR

Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
195503291980031002  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT  
197701222005012002

Triyoga Pangestu  
03111645000040

SKALA

1 : 250

### KETERANGAN

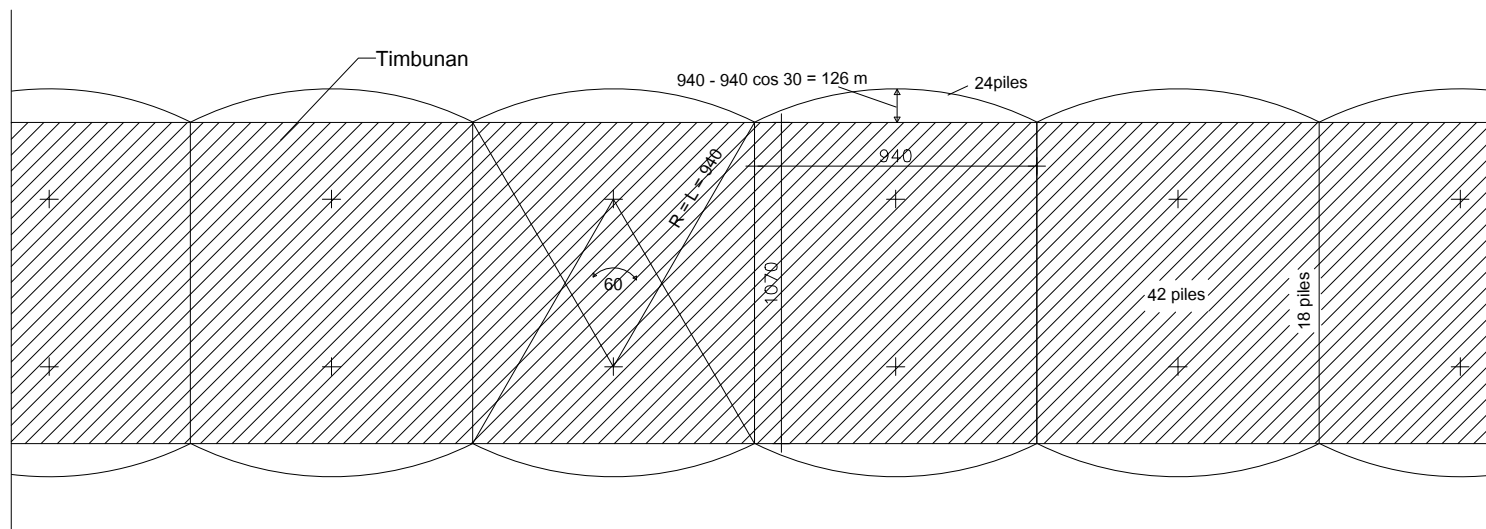
NO.  
GAMBAR

Jumlah Gambar

TA C-1

32

32



### Cofferdam Tampak Atas

Skala 1:250

**LAMPIRAN 12**  
**BERITA ACARA**

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FTSLK – ITS

BERITA ACARA PENYELENGGARAAN UJIAN  
SEMINAR DAN LISAN  
TUGAS AKHIR

Pada hari ini **Jum'at** tanggal **6 Juli 2018** jam **08.00 WIB** telah diselenggarakan **UJIAN SEMINAR DAN LISAN TUGAS AKHIR** Program Sarjana Lintas Jalur Departemen Teknik Sipil FTSLK-ITS bagi mahasiswa:

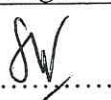


NRP	Nama	Judul Tugas Akhir
03111645000040	Triyoga Pangestu	Penggunaan ground anchor, soldier pile dan cofferdam untuk pengendalian banjir air rob kota semarang

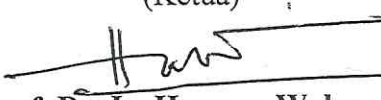

Dengan Hasil :

<input type="checkbox"/> Lulus Tanpa Perbaikan	<input type="checkbox"/> Mengulang Ujian Seminar dan Lisan
<input checked="" type="checkbox"/> Lulus Dengan Perbaikan	<input type="checkbox"/> Mengulang Ujian Lisan

Dengan perbaikan/penyempurnaan yang harus dilakukan adalah :

- Perbaiki plot ~~overall~~ stability , cek stable .
- Tabulasikan kontrol daya dukung, stabilitas dll
- Ubah gambar distribusi teg. nya

Tim Penguji (Anggota)	Tanda Tangan
Ir. Suwarno, M.Eng	
Musta'in Arif, ST. MT	
Trihanyndio Rendy S., ST. MT	

Surabaya, 6 Juli 2018  
Dosen Pembimbing I  
(Ketua)  
  
**Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi**  
  
Dosen Pembimbing 2  
(Sekretaris)  
  
**Dr. Yudhi Lastiasih, ST. MT**  
  
Dosen Pembimbing 3  
(Sekretaris)

**LAMPIRAN 13**  
**LEMBAR ASISTENSI**



Form AK/TA-04  
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS  
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: <del>Prof</del> Herman Wahyudi
NAMA MAHASISWA	: Triyoga Pangesto
NRP	: 03111695000040
JUDUL TUGAS AKHIR	: Penggunaan Ground Anchor, Soldier Pile <del>dan</del> dan cofferdam untuk pengendalian banjir air rob kota Semarang
TANGGAL PROPOSAL	: 29 Januari 2018
NO. SP-MMTA	: 025255 / IT2.VI.4.1 / PP.05.02.00 / 2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	20/04/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengolah data tanah</li> <li>Menghitung turap kondisi eksisting single dan double</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menghitung turap</li> <li>Menghitung ground anchor</li> <li>Perhatikan analisa data tanah</li> </ul>	
2.	18/05/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menghitung turap</li> <li>Merencanakan metode alternatif ground anchor</li> <li>Merencanakan metode alternatif soldier pile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koreksi perhitungan eksisting double sheet pile</li> <li>Asistensi menggambar Print out</li> </ul>	
3.	8/6-18	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menanyakan hasil yang diperoleh dari aplikasi program plaxis untuk metode yang digunakan, bangunan</li> </ul>	<p>Selanjutnya akan s/d drawing &amp; RAB yg kem.</p>	





Form AK/TA-04  
rev01

**PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS**  
**LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)**

Jurusan Teknik Sipil lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Dr. Yodhi Lastiasih, ST. MT
NAMA MAHASISWA	: Triyoga Pangestu
NRP	: 03111645000040
JUDUL TUGAS AKHIR	: Penggunaan Ground Anchor, Soldier Pile dan Cofferdam untuk Pengendalian Banjir Air Rob Kota Semarang
TANGGAL PROPOSAL	: 29 Januari 2018
NO. SP-MMTA	: 025255 / IT2.VI.4.1 / PP. 05.02.00 / 2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	22/03/18	• Mengolah data tanah & perhitungan eksisting	• Menghitung kondisieksisting single dan double sheet pile	MA
2.	18/04/18	• Menghitung kondisieksisting single dan double	Perbaiki analisa data tanah	MA
3.	2/05/18	• Menghitung Metode Alternatif Ground Anchor • Dengan Menggunakan Dstable • Perbaiki Analisa Data Tanah • Menghitung L pada Ground Anchor dengan $\theta = 10^\circ$ direncanakan menggunakan Grouting	• Koreksi perhitungan • Buat Report (Laporan) untuk <del>data</del> pengolahan data tanah, perhitungan eksisting dan Alternatif Ground Anchor • Lanjutkan	MA
4.	17/05/18	• Menghitung Ground Anchor dan Aplikasi Dstable • Menghitung Soldierpile dan perencanaan dengan PCA Column	• coba cek jika soldierpile dapat ditambah triang miring untuk menahan gaya yang terjadi dengan jarak <del>antara</del> soldierpile 3 m	MA
5.	6/6/18	• Menghitung RAB • Draft dan gambar	• Kesimpulan perbaiki • Bk Draft diperbaiki	MA



## **LAMPIRAN 14**

### **BIODATA**

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Triyoga Pangestu dilahirkan di kota Bekasi pada tanggal 8 Agustus 1994, merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan H. Budijanto dan Hj. Sriyati.

Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Al-Kautsar Bekasi dan lulus pada tahun 2000, SDN Bekasi Jaya X dan lulus pada tahun 2006, SMPN 3 Bekasi dan lulus pada tahun 2009, serta SMA Bani Saleh Bekasi dan lulus pada tahun 2012, kuliah di Jurusan Diploma III Teknik Sipil Universitas Diponegoro dan lulus pada tahun 2016. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan sarjana jurusan Teknik Sipil FTLSK-ITS Surabaya terdaftar dengan NRP 03111645000040.

Di jurusan Teknik Sipil FTLSK-ITS Surabaya, penulis adalah mahasiswa Program Lintas Jalur (S1) dengan bidang studi geoteknik.

*Contact Person:*

Email : ngeeyoga@gmail.com

Twitter : @triyogaps

No. Hp : 082243304096